Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

**REGIONI:**
**TOSCANA – EMILIA-ROMAGNA**

**METANODOTTO SESTINO – MINERBIO**
**DN 1200 (48"), DP 75 bar**

**3° TRONCO: SARSINA – MERCATO SARACENO**

**REALIZZAZIONE MICROTUNNEL**
**Loc. Ponte dello zingaro**

# RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Firmato digitalmente da

**Rocco Vincenzo Monaco**

CN = Monaco
Rocco Vincenzo
C = IT

| Rev. | Descrizione | Elaborato | Verificato | Approvato/ Autorizzato | Data |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Aggiornamento Emissione per appalto | V.QUARTARONE M.SCARAPAZZI | M. AGOSTINI F. CULTRERA | P. RUSSO G.BRIA | 10/08/23 |
| 2 | Emissione per appalto | V.QUARTARONE M.SCARAPAZZI | M. AGOSTINI F. CULTRERA | P. RUSSO G.BRIA | 01/06/23 |
| 1 | Revisionato secondo commenti SRG | F.URBANI | F. FERRINI | P. IORIO L.ROSSINI | 12/09/08 |
| 0 | Emissione per Informazione | F.URBANI | F. FERRINI | P. IORIO L.ROSSINI | 20/06/08 |

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

**1 GENERALITÀ 4**

1.1 INTRODUZIONE 4

1.2 ELABORATI GRAFICI DI RIFERIMENTO 5

1.3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO 5

**2 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'OPERA 6**

2.1 RIFERIMENTI DELL'AREA NEI DISEGNI PROGETTUALI 6

**3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 7**

3.1 CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI 7

3.2 FORMAZIONI GEOLOGICHE AFFIORANTI LUNGO LE AREE DI INTERESSE 7

**4 IDROGEOLOGIA 9**

4.1 CARATTERISTICHE PIEZOMETRICHE DELL'AREA DI PROGETTO 11

**5 ANALISI DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO 12**

5.1 INTERFERENZE DELL'OPERA IN PROGETTO CON AREE A PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA (P.A.I.) 12

5.2 IFFI (INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI IN ITALIA 16

5.3 INTERFERENZE CON DISSESTI RILEVATI IN CAMPO 17

**6 SISMICITÀ 18**

6.1 SISMICITÀ STORICA 18

6.2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA 20

6.3 ZONAZIONE SISMOGENETICA 23

6.4 FAGLIAZIONE ATTIVA E CAPACE 26

6.4.1 Database D.I.S.S. 26

6.4.2 Database I.T.H.A.CA. 27

**7 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA 28**

7.1 MODELLO GEOLOGICO 31

7.2 INTERPRETAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE 32

7.2.1 Prove penetrometriche (SPT) 32

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

7.2.2 Prove di Laboratorio 32
7.2.3 Tomografie elettriche 33
7.3 MODELLO LITOTECNICO 34

**8 GEOMETRIA E MODALITÀ ESECUTIVE DELL'ATTRAVERSAMENTO 36**
8.1 MODALITÀ ESECUTIVE DELL'ATTRAVERSAMENTO 36
8.2 DESCRIZIONE DELLE FASI DI LAVORAZIONE 36
8.2.1 Preparazione aree di cantiere 36
8.2.2 Postazione di partenza ed installazione delle apparecchiature 37
8.2.3 Elementi tubolari in c.a. 37
8.2.4 Esecuzione del Microtunnel 37
8.2.5 Controlli 38
8.2.6 Esecuzione postazione di uscita 38
8.2.7 Posizionamento del metanodotto nel Microtunnel 38
8.2.8 Riempimento intercapedine tra gli elementi del Microtunnel ed il terreno 38
8.2.9 Intasamento del Microtunnel 39
8.2.10 Ripristino delle aree di cantiere e demolizione delle opere in c.a. 39
8.2.11 Descrizione dei mezzi d'opera 39

**9 CONCLUSIONI 41**

**10 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI 43**

**11 ANNESSI 44**

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

# 1 GENERALITÀ

## 1.1 Introduzione

Nell'ambito della progettazione del metanodotto "Sestino-Minerbio DN 1200 (48''), DP 75 bar", a cavallo tra il territorio comunale di Sogliano al Rubicone e del comune di Mercato Saraceno, entrambe ricadenti nella provincia di Forlì-Cesena, è stata prevista la realizzazione di un microtunnel (Figura 1-A), avente una lunghezza planimetrica complessiva di circa 381 m, al fine di attraversare un'area collinare che presenta criticità geomorfologiche.
Lo scopo del presente documento è la ricostruzione dei caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici dell'area interessata dalla trenchless in progetto. A tale fine sono stati effettuati dei sopralluoghi e dei rilievi mirati che, unitamente alle informazioni di carattere bibliografico reperite e a seguito delle risultanze delle indagini geognostiche eseguite, hanno consentito di definire, in generale, le caratteristiche litotecniche dei terreni entro cui l'opera si inserisce.
Il presente documento è redatto in conformità all'art. 41 del D.P.R. 328/2001 ed a quanto prescritto dall' Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni, D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018, e C.S.L.L.P.P. Circolare 21 gennaio 2019 N. 7, nonché in riferimento alle Raccomandazioni per la redazione della "Relazione Geologica" del Consiglio Nazionale dei Geologi (2015).

**Figura 1-A: Ubicazione del sito progettuale**

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

## 1.2 Elaborati grafici di riferimento

Allegati:

- 22358-10-LB-15D-81340: Galleria e Microtunnel Ponte dello Zingaro;
- 22358-10-LB-37E-81300: 3° Tronco Sarsina-Mercato Saraceno (Planimetria Catastale Meccanizzata).

Annessi:

- Annesso 1 – Stratigrafie sondaggi e foto cassette catalogatrici
- Annesso 2 – Certificati di laboratorio
- Annesso 3 – Prova ERT
- Annesso 4 – Sezione geologica

## 1.3 Normative di riferimento

La normativa vigente in materia cui si è fatto riferimento per lo svolgimento degli studi e la redazione del presente documento è la seguente.
Decreto Ministeriale 17/04/2008: Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0.8.
D.M. 23/02/1971 n. 2445 aggiornato con D.M. 04/04/2014: Norme tecniche per gli attraversamenti e i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.
Piano di Assetto Idrogeologico P.A.I. (https://idrogeo.isprambiente.it)
Legge nr. 64 del 02/02/1974 Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
D.M. LL.PP. del 11/03/1988 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
D.M. 16 gennaio 1996 Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
Circolare Ministero LL.PP. 15 ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 gennaio 1996.
Circolare Ministero LL.PP. 10 aprile 1997 N. 65/AA.GG. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 gennaio 1996.
Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 gennaio 2018) e circolari applicative emesse successivamente. Circolare 21 gennaio 2019 n.7 "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica» e ss.mm.ii.
Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988 che prevede l'obbligo di sottoporre tutte le opere civili pubbliche e private da realizzare nel territorio della Repubblica, alle verifiche per garantire la sicurezza e la funzionalità del complesso opere-terreni ed assicurare la stabilità complessiva del territorio nel quale si inseriscono.
A.G.I. 1977 «Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche».
Specifiche Snam Rete Gas e documentazione contrattuale.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

## 2 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'OPERA

La trenchless in progetto, di lunghezza planimetrica pari a 381 m, si sviluppa lungo una direttrice circa SSW-NNE ed è localizzata a cavallo tra i comuni di Sogliano al Rubicone e di Mercato Saraceno (FC), nella regione Emilia-Romagna lungo il versante nordoccidentale in destra idrografica del Fiume Savio (Figura 2-A).
Il sito interessato dalla realizzazione dell'opera può essere individuato considerando la seguente coppia di coordinate geografiche: 43°56'27.35"N, 12°11'9.84"E.

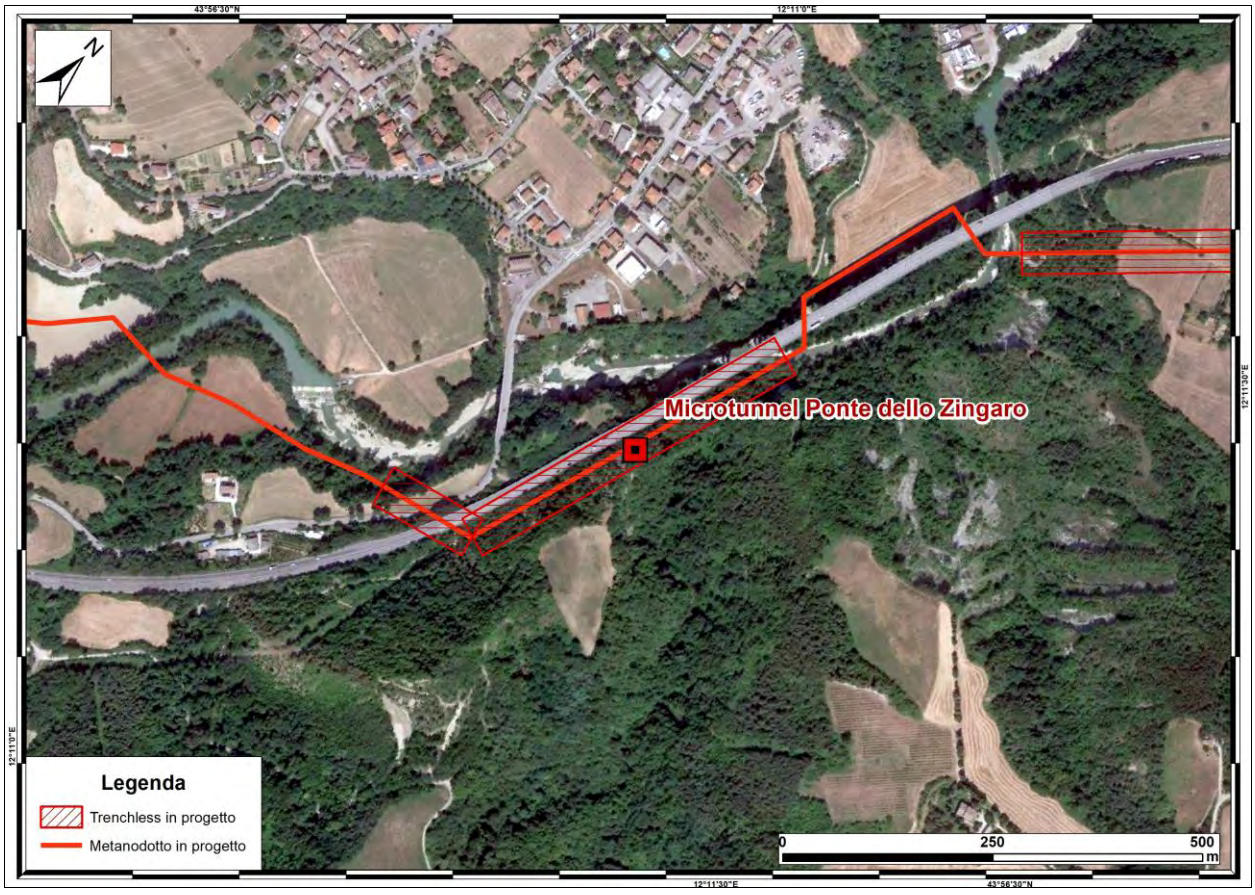



**Figura 2-A: Area in cui è prevista la realizzazione dell'opera**

### 2.1 Riferimenti dell'area nei disegni progettuali

L'area in esame ricade all'interno del 3° Tronco Sarsina-Mercato Saraceno del metanodotto in progetto (Planimetria Catastale Meccanizzata Disegno 22358-10-LB-37E-81300). In particolare, il microtunnel è localizzato tra i vertici V32 e P37 della planimetria (Dis. 22358-10-LB-15D-81340) e ha uno sviluppo tra punto di intestazione e punto di arrivo della trivellazione di circa 381 metri.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

# 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

## 3.1 Caratteri geologici e geomorfologici

Dal punto di vista geologico-regionale, l'area interessata dall'attraversamento in oggetto risulta ubicata nel settore più orientale dell'Appennino Umbro-Marchigiano settentrionale contraddistinto dalla presenza dei termini più esterni della catena carbonatica appenninica.
Tale area risulta costituita dalla successione umbro-marchigiano-romagnola e dal passaggio verso le adiacenti avanfosse mio-plioceniche marchigiana e adriatica, deformate dalla tettonica.
L'Appennino settentrionale è una catena a thrust, formatosi in gran parte a spese della placca Adriatica, a causa dell'interazione di natura compressiva fra le placche africana ed Euroasiatica.
Si tratta di un edificio formato da una pila di unità tettoniche riferibili a due principali domini: il dominio Ligure, i cui sedimenti si sono deposti originariamente su crosta oceanica (Liguridi s.l., Auctt.) e il dominio Tosco – Umbro – Marchigiano, rappresentato da successioni del margine continentale dell'Adria, la cui età inizia a partire dal Triassico.
Tale settore è caratterizzato dai depositi torbiditici di età miocenica (arenarie e argille marnose) affioranti in corrispondenza dell'asse dei rilievi e dai depositi continentali del quaternario, sia di origine fluviale, nelle aree di fondovalle, sia detritica, lungo i versanti vallivi.
In particolare, l'area di interesse è caratterizzata dal Membro di Fontanelice (FMA13), appartenente alla Formazione Marnoso-Arenacea, con arenarie prevalenti da grossolane a medie (Miocene sup.), presente in modo diffuso in tutto il volume geologico significativo dell'opera in progetto. L'area d'imbocco sud-ovest dell'opera è posizionata ad una quota altimetrica di circa 151.00 m slm, ed essendo disposta sulla pianura alluvionale è costituita da sedimenti derivanti dal trasporto del Fiume Savio e dai riporti antropici.
Il panorama morfologico della zona d'interesse è caratterizzato dalla valle fluviale del Fiume Savio che da sud-ovest scorre, con andamento meandriforme, bordato in destra idrografica, da rilievi collinari e direziona il suo corso gradualmente verso nord-est, dove raggiunge la zona costiera adriatica. Il reticolo secondario è costituito da fossi provenienti dalle aree collinari laterali che trasversalmente si gettano nell'asta principale.
Il versante, su cui insiste l'opera in progetto, è caratterizzato da diverse situazioni di dissesto superficiale in parte censite nel PAI e nell'IFFI ed in parte durante i rilievi geologici-geomorfologici eseguiti lungo le aree di interesse del metanodotto in progetto.

## 3.2 Formazioni geologiche affioranti lungo le aree di interesse

Lo studio dei caratteri geologici lungo l'area interessata dalla trenchless è stato realizzato a partire dai dati disponibili in letteratura:

- Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG)

  Link:http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/emilia.html
- Carta geologica regionale alla scala 1:10.000 (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli – Regione Emilia-Romagna)

  Link:http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

La consultazione della cartografia di cui sopra ha consentito di determinare le interferenze planimetriche dell'opera in progetto con le seguenti formazioni geologiche (Figura 3-A):

- Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Fontanelice (FMA13): Arenarie prevalenti (A/P da 3/1 a 20/1) da grossolane a medie; inclusi pelitici, biosomi e bicoclasti. Si rinvengono alternanze arenaceo-marnose e sono presenti anche stratificazioni di conglomerati poligenici con ciottoli. Strati medi di marne calcaree e torbiditi (Miocene sup.).

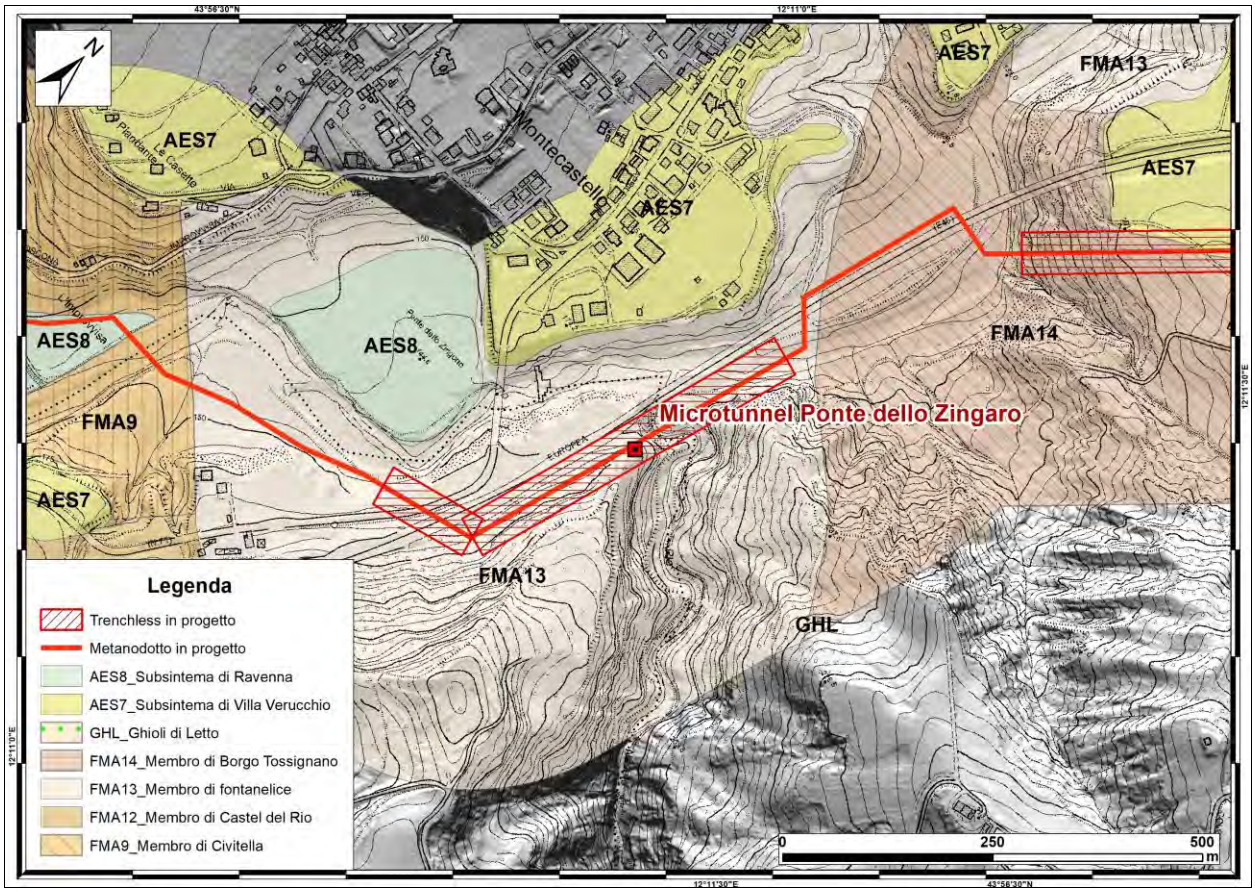



**Figura 3-A: Stralcio della Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna in scala 1:10.000**

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

## 4 IDROGEOLOGIA

Il quadro idrogeologico dell'area interessata dal tracciato del metanodotto in progetto è strettamente dipendente dalle condizioni geomorfologiche, variabili lungo le aree su cui insiste l'opera in progetto, caratterizzate da aree montuose e collinari, le quali lasciano il posto (in prossimità del territorio comunale di Cesena verso nord) ad aree pressoché pianeggianti fino al termine del tracciato.

In particolare, la trenchless in progetto, che ricade nella zona montuosa del bacino idrografico del Fiume Marecchia, attraversa il Complesso Idrogeologico dei depositi terrigeni della Formazione Marnoso-Arenacea e dei bacini torbiditici intra-appenninici minori (età Miocene). Il settore geologico è caratterizzato dall'alternanza di marne ed arenarie, talora calcareniti, le cui caratteristiche idrogeologiche danno luogo, più precisamente, al corpo idrico montano identificato come Corpo idrico sotterraneo "Castel del Rio - Castrocaro Terme - M Falterona - Mercato Saraceno", la cui circolazione idrica può essere ricondotta al modello degli hard rock aquifers o acquiferi discontinui. Quest'ultima coinvolge soprattutto le unità a prevalenza arenacea che, se di spessore consistente, possono essere sede di falde perenni, le quali alimentano il reticolo idrografico e le sorgenti maggiori. Di fondamentale importanza per la caratterizzazione della vocazione acquifera della Formazione Marnosa Arenacea (FMA) è il rapporto A/P (arenite/pelite), dove valori più elevati corrispondono ad una maggiore vocazione e viceversa. Solitamente ad un aumento di A/P corrisponde anche un generale aumento dello spessore degli strati, in particolare dei letti arenitici. Tali aspetti rivestono una grande importanza nella circolazione idrica sotterranea (Gargini A. et al. 2009).

Le acque sotterranee circolano preferenzialmente nella coltre superficiale alterata e detensionata della FMA, quest'ultima caratterizzata da una porosità secondaria più elevata di quella primaria della roccia integra e da un grado di permeabilità relativamente più alto; la roccia non alterata o gli strati marnoso-argillosi fungono da litotipi impermeabili. Nei territori appenninici, attraversati dal tracciato in progetto, sono presenti numerose sorgenti alimentate dai corpi arenitici e calcarenitici con portate minime inferiori ad 1 l/s, molte delle quali al servizio di sparsi e numerosi insediamenti montani, da poche unità a poche migliaia di abitanti residenti, con presenza di attività spesso legate al turismo. Le sorgenti montane del Complesso Idrogeologico di FMA sono soggette a monitoraggio costante da parte dell'Arpa Emilia-Romagna ed evidenziano dati di portata (dati monitoraggio 2021) di 0,68 l/s – 0,94 l/s. Si tratta di valori di portata che quasi sicuramente sono associabili a sistemi di flusso a scala locale: falde lungo i versanti, falde in corpi di frana ed in accumuli di detrito.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

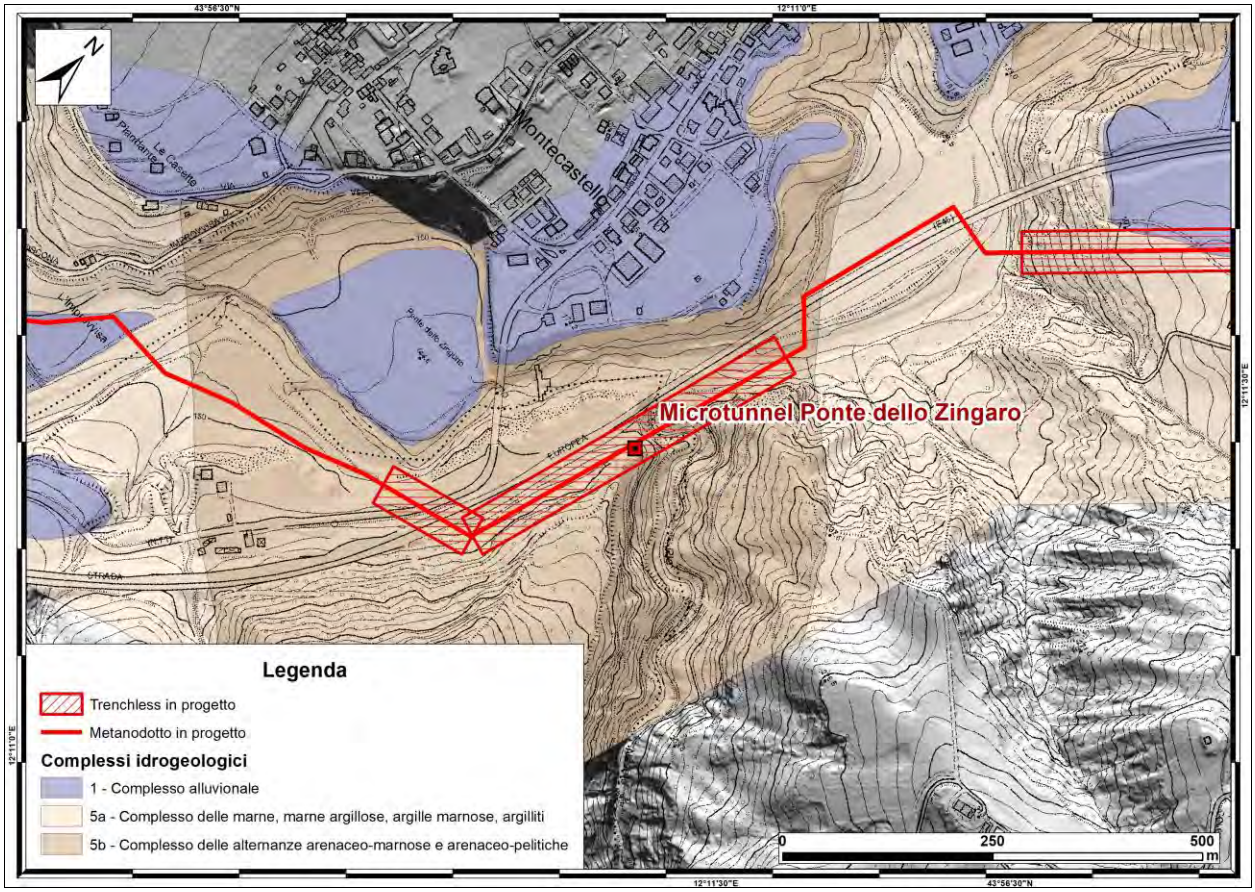



**Figura 4-A: Stralcio della Carta Idrogeologica**

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche degli ulteriori complessi idrogeologici interessati, in misura subordinata, dalla trenchless in progetto.

*Complesso idrogeologico delle pianure alluvionali*

Nelle aree di fondovalle è presente il complesso idrogeologico della piana alluvionale del Fiume Savio e dei suoi affluenti, caratterizzato da depositi alluvionali terrazzati recenti ed antichi, costituiti da corpi ghiaiosi, ghiaioso sabbiosi e ghiaioso limosi. L'alimentazione di tale complesso è dovuta principalmente all'interazione con le acque superficiali ed in misura minore dall'infiltrazione delle acque di precipitazione. Localmente non si può escludere l'alimentazione da parte dei versanti. Nella parte medio alta delle pianure, come nel caso in studio, gli acquiferi di subalveo sono caratterizzati da un comportamento idrodinamico di tipo libero.

*Complesso idrogeologico detritico: accumuli di frana*

Limitatamente alle aree di frana, si individua il complesso idrogeologico detritico, il quale presenta un comportamento idrogeologico differente, a causa della variabilità della permeabilità e della porosità. Si tratta, tuttavia, di un complesso avente uno spessore limitato, in grado di ospitare piccole falde superficiali, poiché localizzate al di sopra della Formazione Arenaceo-Marnosa, la quale funge da acquitardo. La porosità è sufficientemente elevata, mentre la

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

permeabilità assume valori medio-bassi a causa della componente pelitica, proveniente dall'alterazione della formazione flyschoide.

*Complesso idrogeologico detritico: depositi eluvio-colluviali*

I sedimenti che costituiscono il complesso eluvio-colluviale presentano andamento irregolare per estensione e spessore (esigui), peculiarità che si traducono in una limitata potenzialità della falda idrica in essi contenuta. Le acque di precipitazione infiltrano, difatti, all'interno dei pori e vengono intrappolate negli interstizi della coltre superficiale. Le aliquote d'acqua di infiltrazione vengono agevolate inoltre dalla morfologia generalmente subpianeggiante dei siti, infatti i depositi eluvio-colluviali si trovano in corrispondenza dei cambi di pendenza, alla base dei versanti o sui versanti a pendenza da debole a moderata.

### 4.1 Caratteristiche piezometriche dell'area di progetto

In sintesi, dall'attività di rilevamento in sito e dalle indagini eseguite, l'assetto idrogeologico locale risulta caratterizzato da varie circolazioni idriche sotterranee:

- sistema di circolazione idrica nella Formazione Marnoso-Arenacea che può dar luogo, localmente, a venute d'acqua in corrispondenza delle attività di scavo lungo gli strati arenacei di maggiore potenza, in particolar modo quelli che presentano maggiori discontinuità e confinati tra strati a minore permeabilità (tale configurazione non esclude l'instaurarsi di falde in pressione). Un grado di fratturazione maggiormente elevato potrebbe essere connesso alla zona di attraversamento del Rio Naseno in quanto presumibilmente impostato su di una lineazione tettonica.

- sistema di circolazione idrica di versante nella porzione più superficiale, detensionata e fratturata della Formazione Marnoso-Arenacea, caratterizzata da linee di flusso che seguono la morfologia del versante;

Dalle risultanze del sondaggio S36_SM_L, ubicato nell'area limitrofa all'estremità nord-est dell'opera in progetto, durante la perforazione, è stata rinvenuta la presenza di acqua a circa 9 m di profondità dal p.c.

- Sistema di circolazione idrica all'interno delle alluvioni del F. Savio, nel settore dell'estremità sud della trenchless in progetto, condizionato dal regime idrologico del suddetto corso d'acqua. Inoltre, lo sviluppo della trenchless nella zona NE interessa anche le alluvioni del Rio Naseto.

L'attività di rilevamento idrogeologico, eseguito ad aprile 2023 (rif. Doc. 00-LA-E-80307), non ha evidenziato la presenza di pozzi e sorgenti in un'intorno rispettivamente di circa 50 m e 250 m dall'asse del tracciato del metanodotto in progetto.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

# 5 ANALISI DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

## 5.1 Interferenze dell'opera in progetto con aree a pericolosità idrogeologica (P.A.I.)

Il 17 febbraio 2017, con la pubblicazione nella G.U.R.I. n. 27 del 2 febbraio 2017, entra in vigore il D.M. 25 ottobre 2016 che sopprime le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali e disciplina l'attribuzione e il trasferimento del personale e delle risorse strumentali e finanziarie alle Autorità di bacino distrettuali.

L'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli e l'Autorità di Bacino interregionale dei fiumi Marecchia-Conca confluiscono nell'Autorità di Bacino distrettuale del Fiume Po, mentre l'Autorità di Bacino della Regione Marche confluisce nell'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Centrale (Figura 5-A).

**Figura 5-A: Perimetrazione dei nuovi Bacini distrettuali (D.M. 25 ottobre 2016)**

L'area oggetto di intervento ricade nell'ambito dell'autorità di Bacino "Distretto Padano".

**<u>Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico (AdB Bacini Romagnoli)</u>**

La versione vigente del Piano in oggetto rappresenta un testo coordinato con gli adeguamenti introdotti fino alla "Variante di coordinamento PAI-PGRA" (DGR 2112/2016), che costituisce l'ultimo aggiornamento disponibile (https://pai.adbpo.it/index.php/piano-stralcio-rischio-idrogeologico-bacini-romagnoli/).

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

L'autorità di bacino provvede a perimetrare e normare le aree ove il rischio sussiste (Art. 12: Aree a rischio di frana, comma 2 del testo "Normativa - testo coordinato" consultabile al link di cui sopra).

Le suddette perimetrazioni suddividono il territorio in tre zone a diverso grado di pericolosità:

- Zona 1 – corrisponde all'area dissestata, è definita come la zona a più elevata pericolosità e viene delimitata in base ai risultati delle indagini svolte;
- Zona 2 – corrisponde all'area di possibile evoluzione del dissesto;
- Zona 3 – corrisponde all'area di possibile influenza del dissesto.

Per la elaborazione della Carta della Pericolosità del Piano è stato adottato un concetto di pericolosità semplificata utilizzando come indicatori per determinare il grado di suscettibilità al dissesto di un determinato territorio, gli elementi di dissesto presenti, in atto o avvenuti in passato. La presenza di tali elementi testimonia indubbie condizioni di instabilità geomorfologica la cui gravità è stata valutata sulla base delle concentrazioni degli elementi di dissesto presenti all'interno di definite unità territoriali.

Nel PAI AdB Romagnoli vengono raggruppati quattro classi di pericolosità:

- **P1 =bassa** - Classe bassa di pericolosità per frana (2%<iF<5%)
- **P2 =moderata** - Classe medio-bassa di pericolosità per frana (5%<iF<10%)
- **P3 =alta** - Classe media di pericolosità per frana (10%<iF<25%),
  - Classe bassa di pericolosità per calanchi (5%<iC<25%)
- **P4 =elevata** - Classe medio-alta e alta di pericolosità per frana (iF>25%),
  - Classe alta di pericolosità per calanchi (iC>25%)

Per quanto concerne il P.A.I. AdB Romagnoli, si evidenzia che la trenchless in progetto risulta interferire con un'area classificata a pericolosità P3 (Figura 5-B), nel tratto compreso tra il km 28+300 e il km 28+500.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

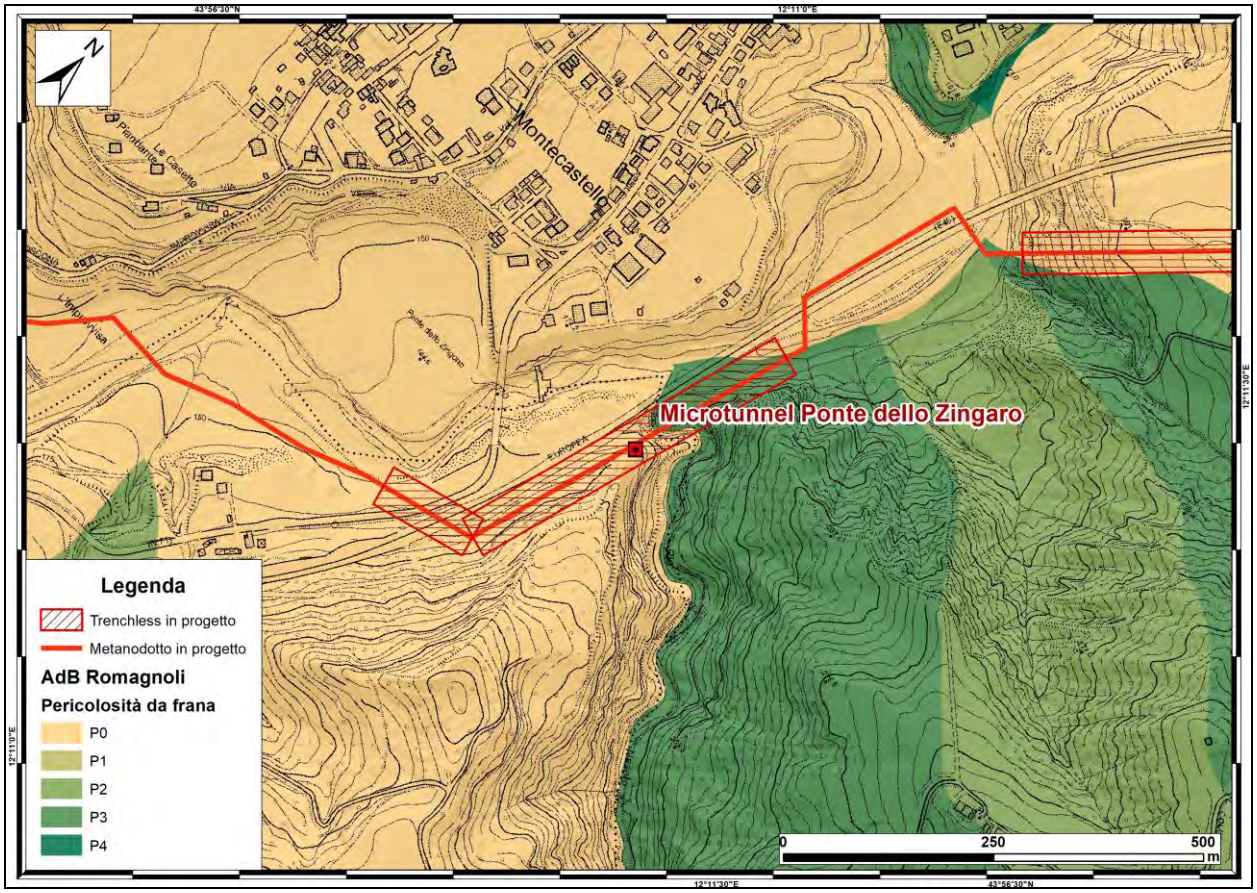



**Figura 5-B: Stralcio della Tavola del "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico (P.A.I.)" dell'Autorità di Bacino Romagnoli", con ubicazione dell'opera in progetto (fonte https://pai.adbpo.it/index.php/autorita-bacini-regionali-romagnoli/)**

Come previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D. Lgs. 49/2010, nel dicembre del 2019 le mappe della pericolosità di alluvioni sono state aggiornate e pubblicate dalle Autorità di bacino distrettuali.

In particolare, per la porzione del territorio regionale ricadente nel distretto del fiume Po, **l'aggiornamento delle mappe** di pericolosità e di rischio di alluvioni relative al secondo ciclo di pianificazione previsto dalla Direttiva 2007/60/CE **riguarda**:

- le mappe di pericolosità (aree allagabili) complessive che costituiscono quadro conoscitivo dei PAI;
- le mappe di rischio (R1, R2, R3, R4) complessive, elaborate ai sensi del D. Lgs n. 49/2010;
- le mappe di pericolosità e rischio (aree allagabili, tiranti, velocità, elementi esposti) nelle Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR)

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

Tutta la documentazione e i dati relativi agli aggiornamenti (2019 - 2020/2021 - 2021/2027) alle mappe di pericolosità complessive è consultabile e scaricabile al seguente link dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po:

- https://pianoalluvioni.adbpo.it/mappe-della-pericolosita-e-del-rischio-di-alluvione/

Sulla GU Serie Generale n.32 del 08-02-2023, sono state pubblicati i DPCM 1°dicembre 2022 di definitiva approvazione dei rispettivi primi aggiornamenti dei Piano di Gestione del Rischio da Alluvione PGRA 2021-2027.

Gli scenari di pericolosità nelle aree allagabili sono classificati come segue:
- P3: Alluvioni frequenti, tempo di ritorno tra 20 e 50 anni – elevata probabilità;
- P2: Alluvioni poco frequenti, tempo di ritorno tra 100 e 200 anni – media probabilità;
- P1: Alluvioni rare di estrema intensità, tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento – bassa probabilità.

Dalla consultazione della suddetta documentazione, si evince che il tracciato in progetto interferisce con un'area a pericolosità P3 (Figura 5-C), nel tratto compreso tra il km 28+405 e il km 28+555.

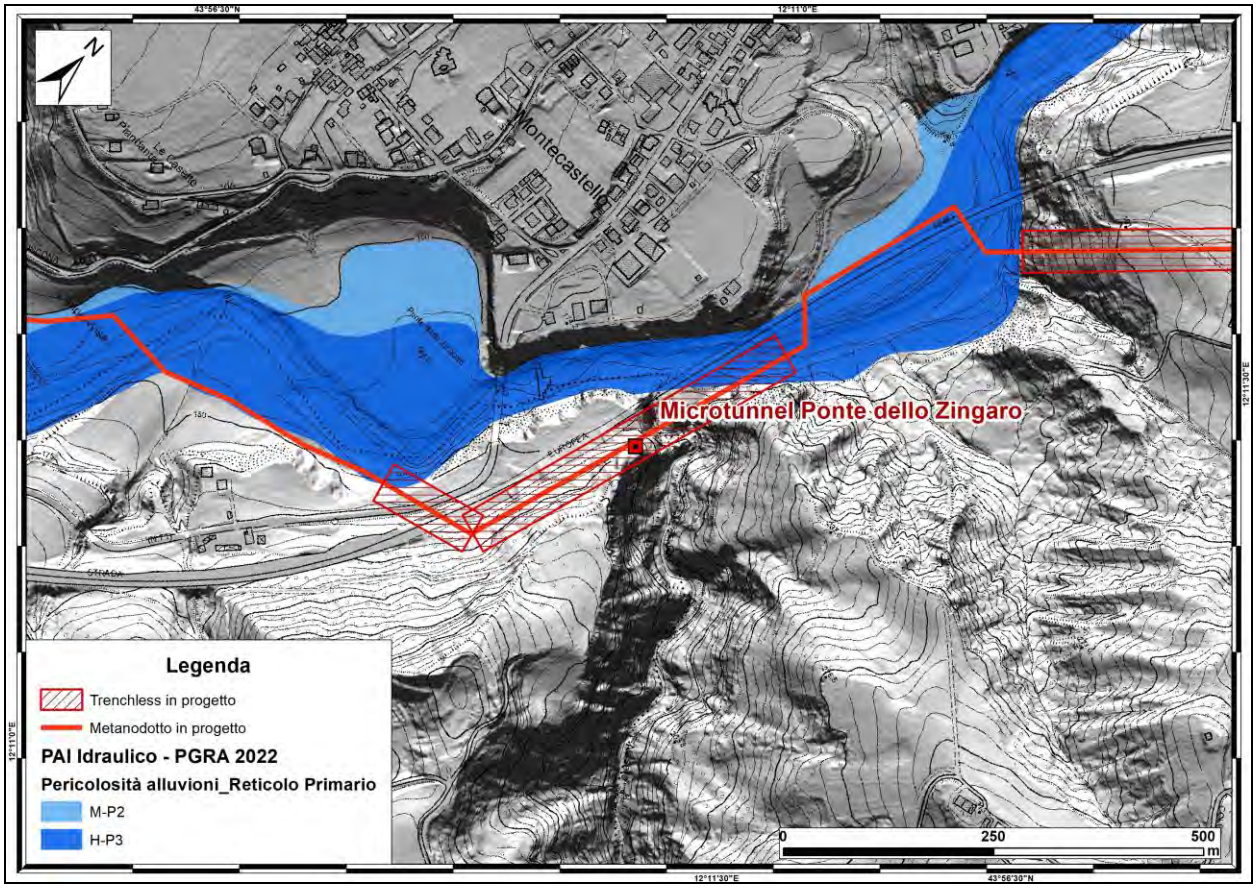



**Figura 5-C: Stralcio della Tavola del "Piano di gestione Rischio Alluvione (P.G.R.A.) – II ciclo", con ubicazione dell'opera in progetto (fonte https://pianoalluvioni.adbpo.it/mappe-della-pericolosita-e-del-rischio-di-alluvione/)**

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

## 5.2 IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia

L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) costituisce la banca dati nazionale ufficiale sulle frane ed è realizzato dal ISPRA in collaborazione con le Regioni e Province Autonome (art. 6 comma g della L. 132/2016). L'attività di archiviazione delle informazioni sui fenomeni franosi è un'attività strategica per una corretta pianificazione territoriale, tenuto conto che gran parte delle frane si riattivano nel tempo, anche dopo lunghi periodi di quiescenza di durata pluriennale o plurisecolare. La trenchless in progetto non risulta interferire con alcuna area censita nel catalogo I.F.F.I. (Figura 5-D).

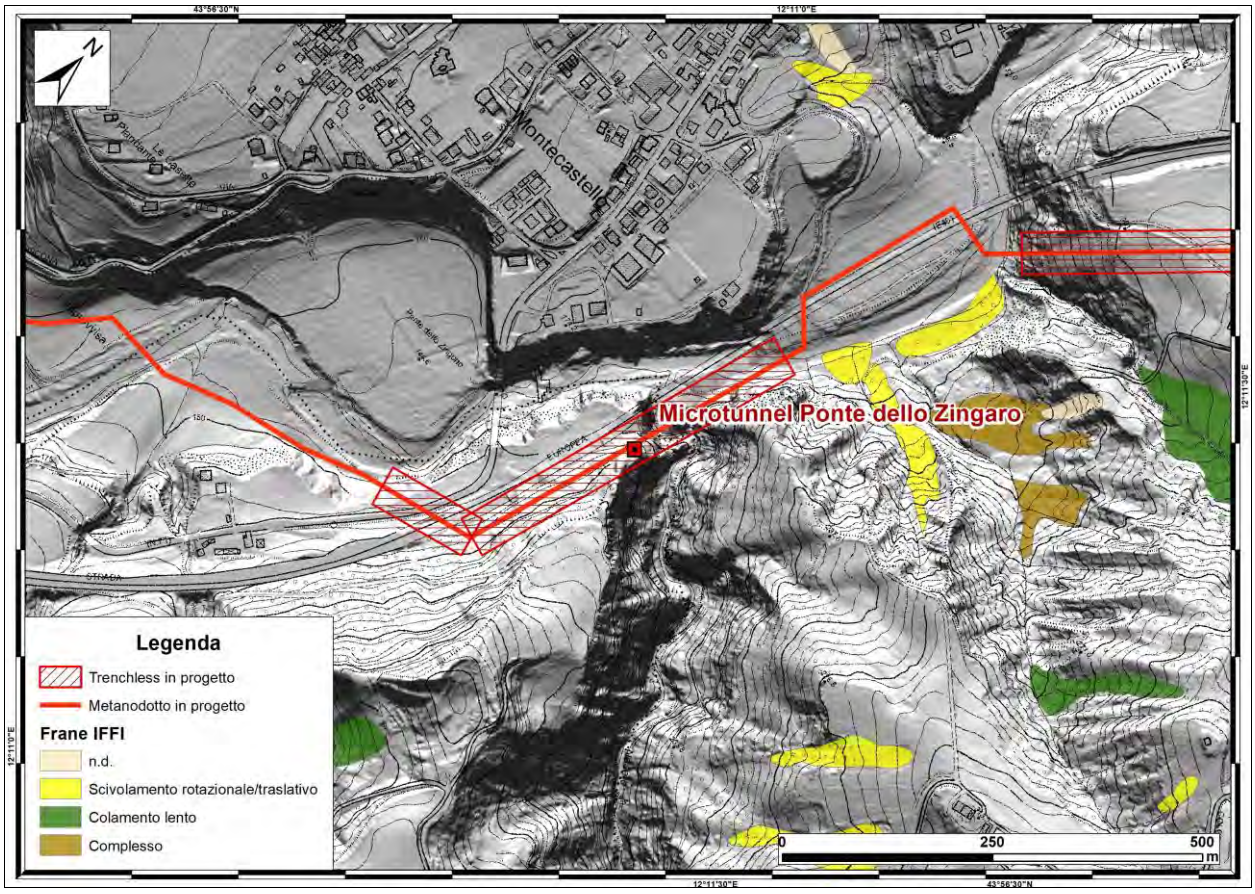



**Figura 5-D: Stralcio del catalogo I.F.F.I. (Inventario Fenomeni Franosi in Italia)**

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

## 5.3 Interferenze con dissesti rilevati in campo

Durante i sopralluoghi eseguiti lungo le aree interessate dal metanodotto "Sestino-Minerbio", sono stati cartografati diversi dissesti. In particolare, la trenchless in progetto interferisce con un dissesto rilevato in campo, classificato come uno scorrimento, nel tratto compreso tra il km 28+025 e il km 28+070 (Figura 5-E).

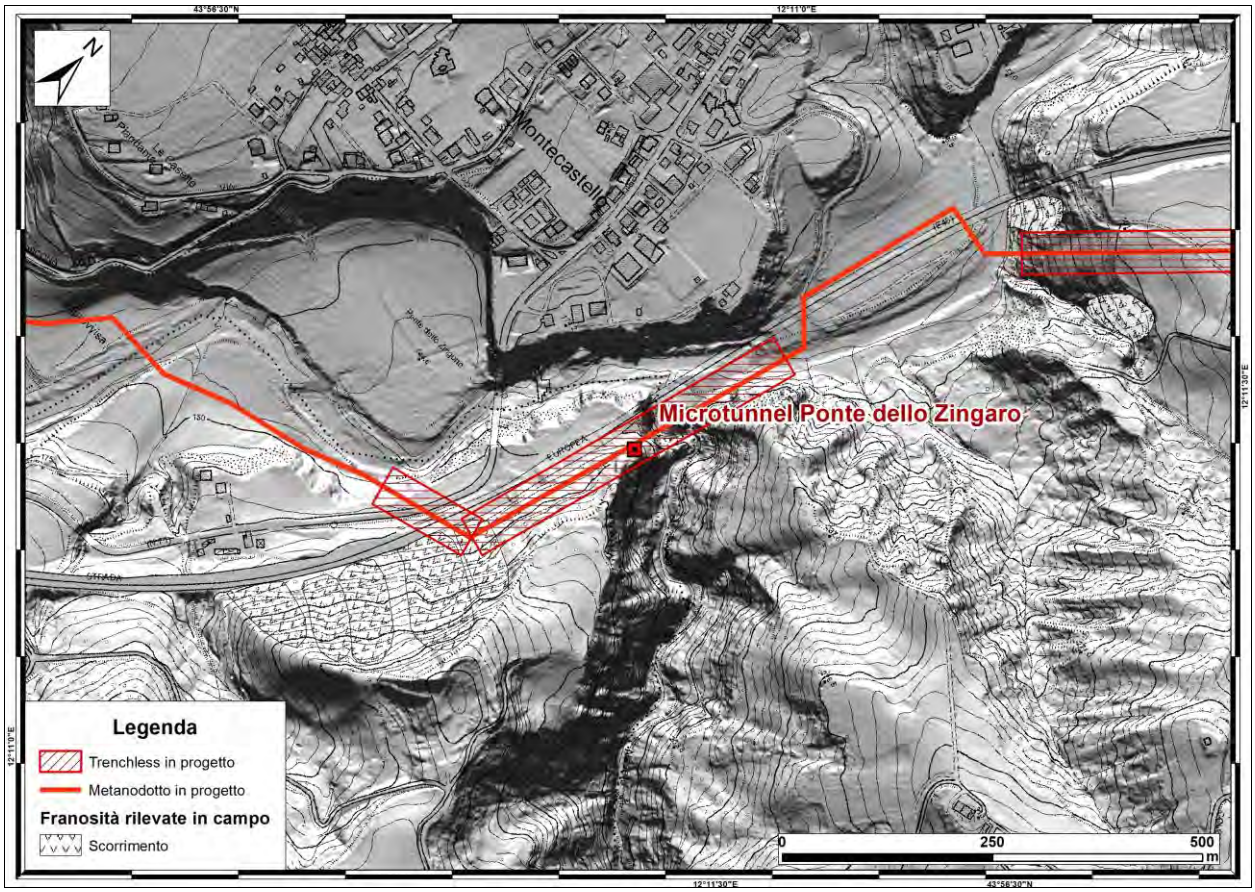



**Figura 5-E: Stralcio dei dissesti rilevati in campo**

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

# 6 SISMICITÀ

L'attività sismica dell'Appennino centro – settentrionale è legata ai movimenti che hanno portato alla sua formazione. In particolare, la spinta reciproca tra i continenti africano ed eurasiatico unitamente al processo di rotazione in senso antiorario della catena appenninica proseguono. Il modello strutturale elaborato dal C.N.R. – Gruppo Finalizzato Geodinamica suddivide l'Appennino in 3 settori:

- catena esterna a carattere compressivo;
- catena principale caratterizzata da stabilità e sollevamento, zona di transizione tra movimenti compressivi e distensivi;
- catena interna a carattere distensivo.

I caratteri macrosismici del territorio di interesse, secondo questo modello, sono legati ai terremoti che nascono da meccanismi distensivi della catena interna e trascorrenti relativi alla fascia pedeappenninica.

La provincia di Forlì-Cesena interessata dal tracciato in progetto ricade in zona sismica 2. Questa classificazione si basa sull'analisi storico – statistica dei terremoti verificatesi e non entra negli specifici effetti locali legati alle diverse forme fisiche dei siti insediativi e alle caratteristiche geomorfologiche e geo–meccaniche dei terreni.

## 6.1 Sismicità storica

Il quadro della sismicità storica, relativamente alle aree interessate dalle opere, oggetto del presente elaborato, è stato definito attraverso la consultazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI 2015 v. 4.0, Rovida et. al. 2022, INGV), che fornisce dati parametrici sia macrosismici che strumentali, relativamente ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1005-2020.

La versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 v. 4.0 rappresenta una significativa evoluzione rispetto alle versioni precedenti, che sono quindi da considerare del tutto superate. Anche se i criteri generali di compilazione e la struttura sono gli stessi della precedente versione CPTI11, il contenuto del catalogo è stato ampiamente rivisto per quanto concerne:

- la copertura temporale, estesa fino al 2020
- il database macrosismico di riferimento (DBMI15 v. 4.0; Locati et al., 2016), significativamente aggiornato
- i dati strumentali considerati, nuovi e/o aggiornati
- le soglie di ingresso dei terremoti, abbassate a intensità massima 5 o magnitudo 4.0 (invece di 5-6 e 4.5 rispettivamente)
- la determinazione dei parametri macrosismici, basata su una nuova calibrazione dell'algoritmo Boxer

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

- le magnitudo strumentali, che comprendono un nuovo set di dati e nuove relazioni di conversione.

I dati reperiti testimoniano che i terremoti storici principali che hanno interessato l'area sono stati caratterizzati da una magnitudo momento (Mw) generalmente compresa tra 4 e 6 gradi (Figura 6-A). In particolare, gli eventi a maggiore energia risultano quello del 1924 Nel Comune di Mondolfo (Mw = 5.48) e quello del 1786 (Mw = 5.66) nei pressi di Ghetto Tamagnino, nel Comune di Rimini. Da segnalare, inoltre, un evento di magnitudo 4.02, avvenuto nel 1931 nel Comune di Castel Colonna, in un sito a meno di 100 metri dal tracciato delle linee principali (progetto).
Una rappresentazione complessiva delle informazioni sugli effetti dei terremoti che in passato hanno colpito l'area di studio è la carta delle massime intensità osservate (espressa secondo i gradi della scala MCS), che fornisce anche una prima immagine semplificata della pericolosità sismica (Figura 6-B).

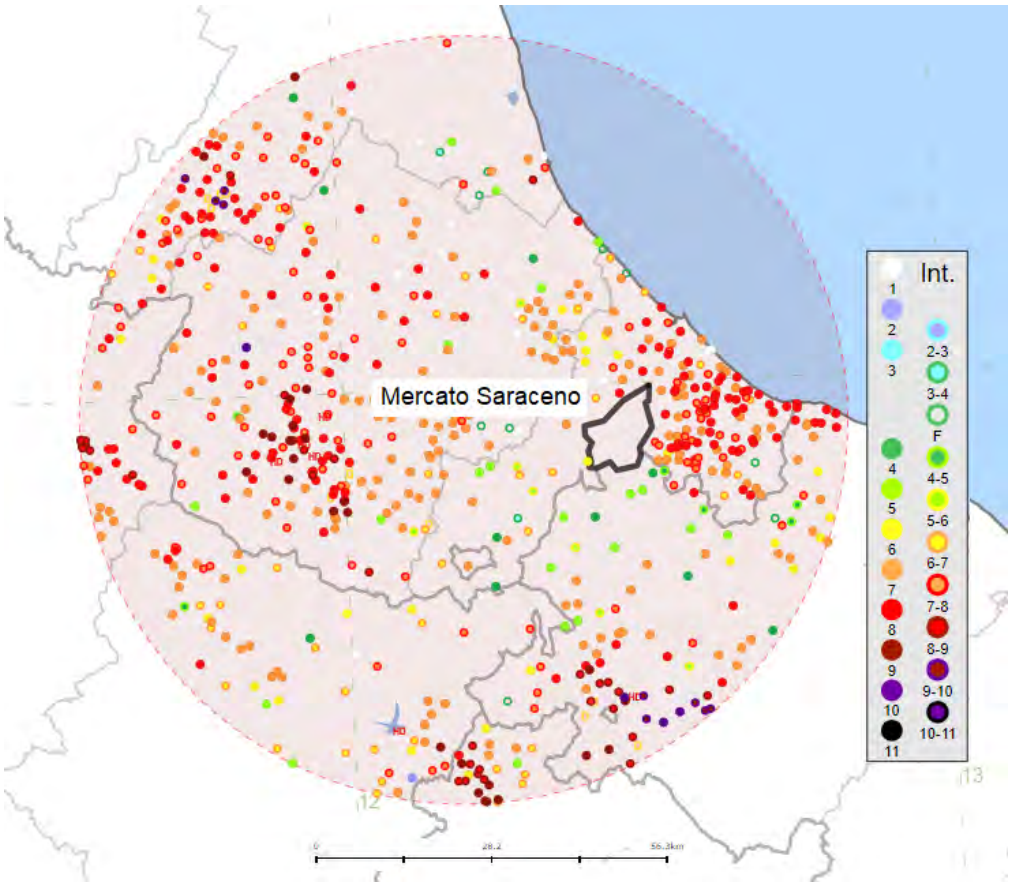



**Figura 6-A: Mappa dei terremoti storici avvenuti dall'anno 1000 al 2020 in un raggio di 50 km dal Comune di Mercato Saraceno (da Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, CPTI15 v. 4.0, Rovida et. al. 2022, INGV). http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15.**

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

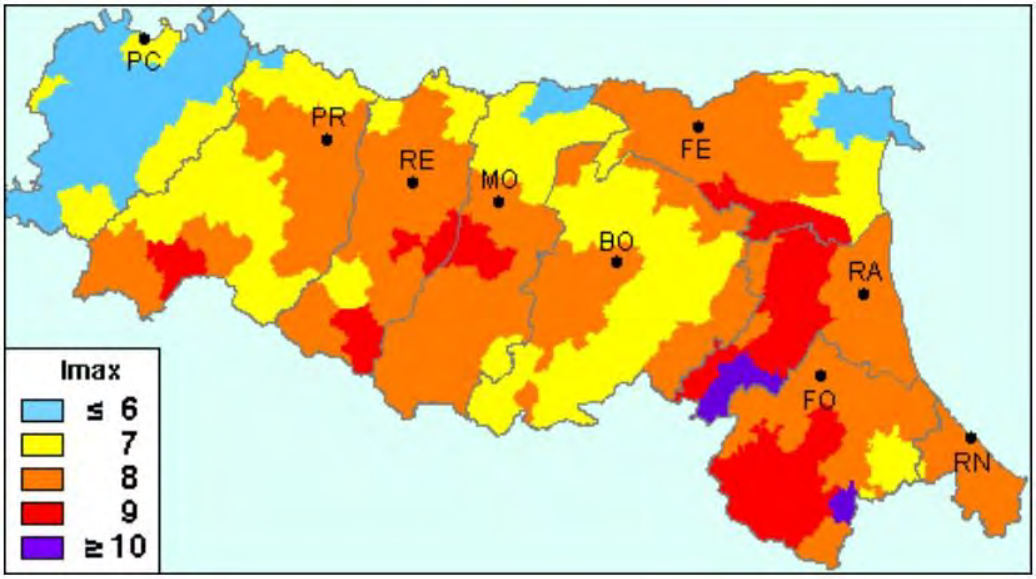



**Figura 6-B: Massime intensità macrosismiche in scala MCS osservate nella Regione Emilia-Romagna (GNDT, ING, SSN).**

## 6.2 Caratterizzazione sismica

La classificazione sismica dei Comuni italiani è frutto di un complesso processo legislativo di cui sono riportate a seguire le tappe salienti.
Nel 1998 la Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi, inserisce i Comuni in una delle 3 categorie sismiche previste dal Decreto del Ministero dei Lavori pubblici del 16/01/96 (zone di I, II e III categoria, a cui corrispondevano i valori del grado di sismicità S pari a 12, 9 e 6). Il resto del territorio italiano, non incluso nelle categorie previste, è considerato non classificato (N.C.).
L'Ordinanza n. 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.
Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'OPCM 3274/03, è stato adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3519 del 28 aprile 2006. Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'Opcm n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche (Tabella 6-A), riferiti a suoli rigidi caratterizzati da Vs 30> 800 m/s secondo lo schema seguente:

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

| ZONA | Descrizione | Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni |
|---|---|---|
| 1 | Zona con pericolosità sismica **alta**: indica la zona più pericolosa dove possono verificarsi forti terremoti | ag > 0.25 |
| 2 | Zona con pericolosità sismica **media,** dove possono verificarsi forti terremoti | 0,15 < ag ≤ 0,25 g |
| 3 | Zona con pericolosità sismica **bassa,** che può essere soggetta a scuotimenti modesti | 0,05 < ag ≤ 0,15 g |
| 4 | Zona con pericolosità sismica **molto bassa,** dove possono verificarsi deboli terremoti con danni modesti | ≤ 0,05 g |

**Tabella 6-A: Classificazione sismica O.P.C.M. 3519/23.**

L'atto di recepimento da parte della Regione Emilia-Romagna dell'O.P.C.M. 3519 avviene con la Deliberazione della Giunta Regionale n.146 del 06 febbraio 2023 "Aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni dell'Emilia -Romagna, cha aggiorna la precedente classificazione del 2018 causa della formazione di 3 nuovi Comuni nati da altrettante fusioni e il passaggio di 2 Comuni dalla Regione Marche (prov.PU) alla Regione Emilia-Romagna (prov RN).
Sulla base di questa riclassificazione i territori comunali di Sogliano al Rubicone (FC) e Mercato Saraceno (FC), su cui insiste l'area di studio, sono inseriti in zona sismica 2 (Figura 6-C).

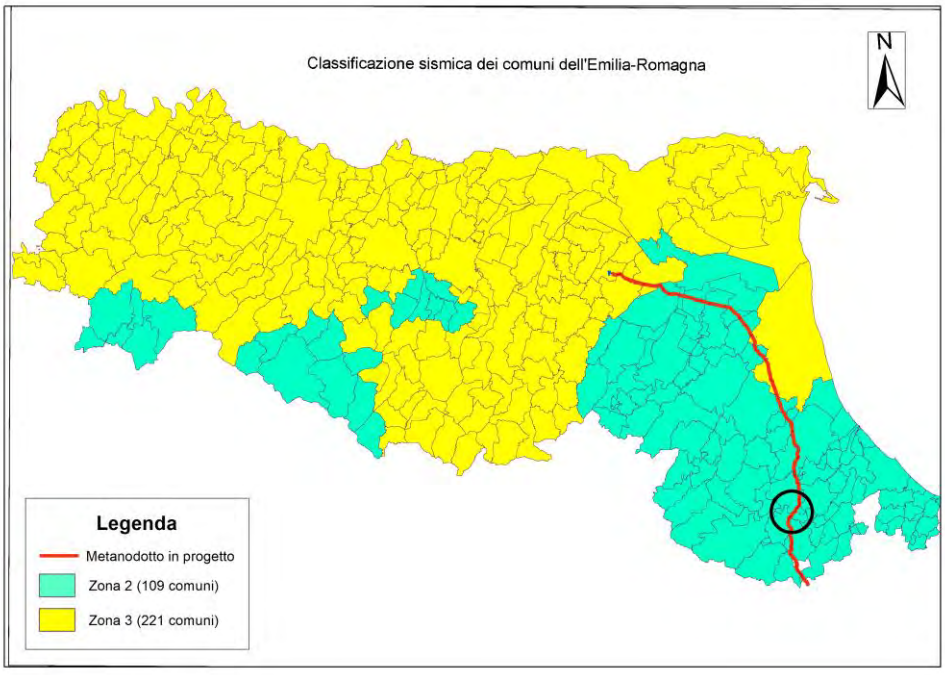



**Figura 6-C: Riclassificazione sismica della Regione Emilia-Romagna DGR 146/23; il cerchio nero indica l'area oggetto di intervento.**

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 è rimasta cogente per le opere strategiche e per le nuove costruzioni ubicate nelle zone sismiche 1 e 2 fino alla pubblicazione del più recente DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" (NTC2018).

Le NTC 2018 richiamano il DM 14/01/2008 (NTC 2008) considerando il concetto di "pericolosità sismica", come uno strumento di previsione delle azioni sismiche non più vincolato dalle divisioni amministrative (comuni) e relativo ad un unico Tr, ma sulla base di mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale elaborate dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) su base statistica e probabilistica, che costituiscono il reticolo di riferimento per la determinazione dei nuovi parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito, della classe d'uso e della vita nominale dell'opera in esame (fattori questi ultimi che, alla luce del tipo di analisi effettuata, influenzano il valore di TR).

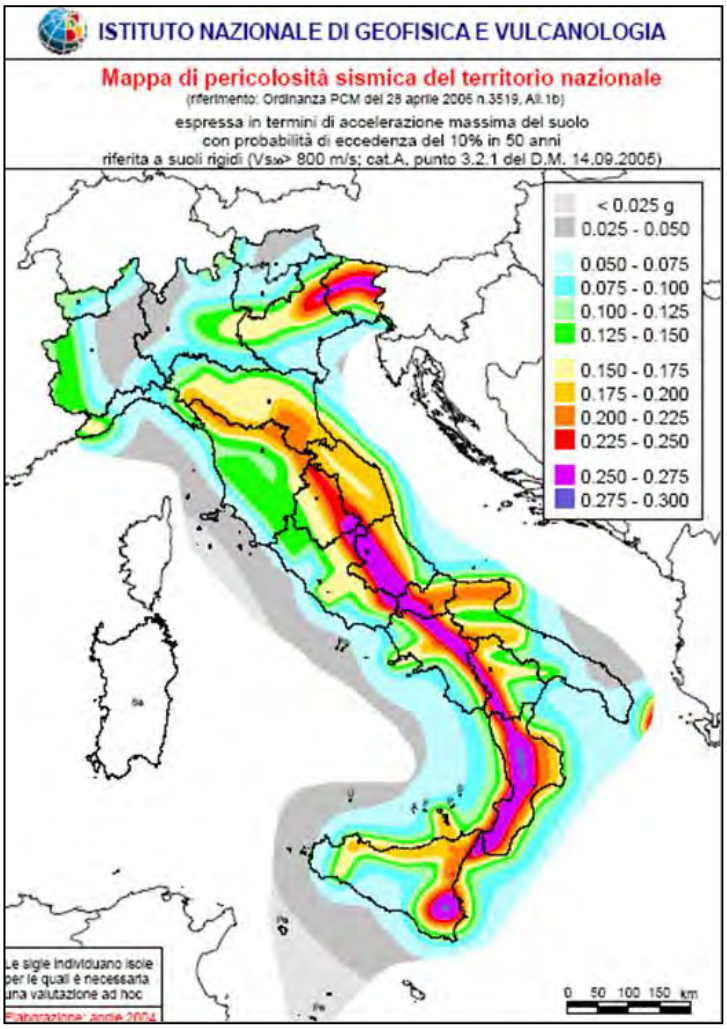



**Figura 6-D: Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale espressa in termini di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV).**

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

Sulla base della mappa di pericolosità sismica in Figura 6-E si evince che il territorio interessato è situato in corrispondenza di una zona caratterizzata da un valore di accelerazione massima su suolo compresa tra 0.175 g e 0.200 g (per probabilità di superamento del 10% in 50 anni) che corrisponde ad una zona sismica di tipo 2.

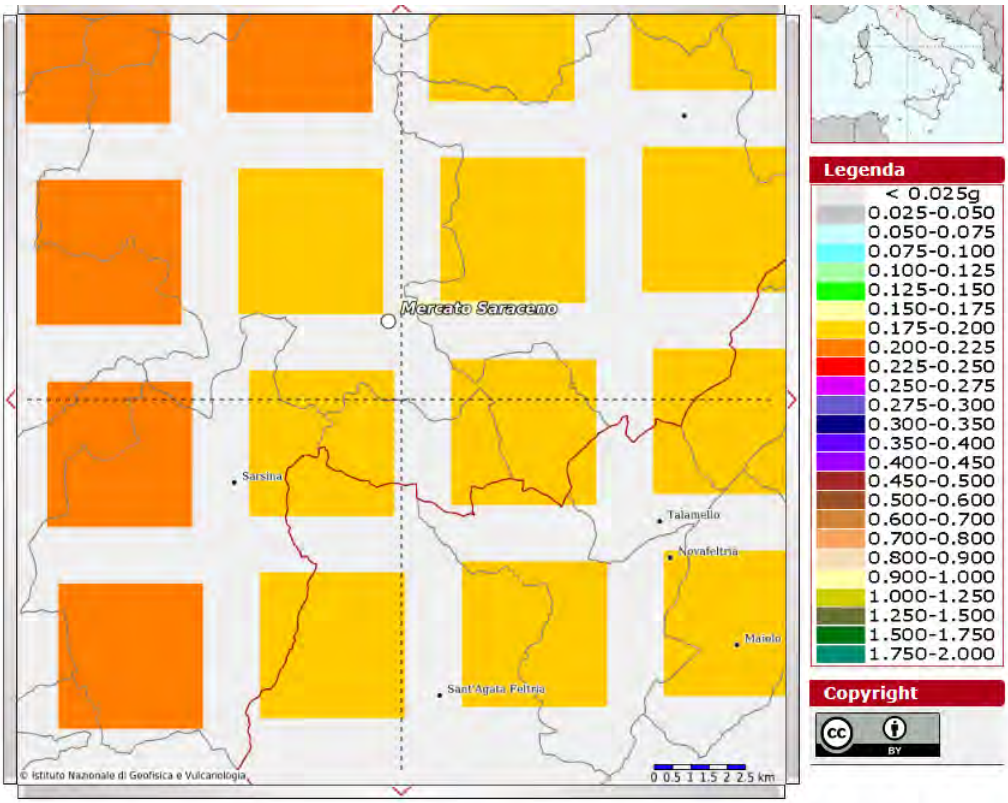



**Figura 6-E: Mappa di Pericolosità Sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (TR=475 anni) centrata sulla trenchless in progetto ubicata nei limiti amministrativi del Comune di Mercato Saraceno e Sogliano al Rubicone**

## 6.3 Zonazione sismogenetica

L'inquadramento macrosismico di riferimento si basa sulla zonazione sismogenetica del territorio italiano ZS9, elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) (Meletti C., Galadini F., Valensise G., Stucchi M., Basili R., Barba S., Vannucci G., Boschi E. (2004). Zonazione sismogenetica ZS9 [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). https://doi.org/10.13127/sh/zs9).

La zonazione, effettuata con lo scopo di creare una base per la stima della pericolosità sismica (hazard) del territorio nazionale, si fonda su un modello sismotettonico riferibile alla correlazione dei seguenti elementi:

1. Il modello strutturale 3D della penisola italiana e dei mari adiacenti;
2. la distribuzione spaziale dei terremoti storici e attuali per le diverse classi di magnitudo;
3. il modello cinematico dell'area mediterranea centrale, riferito agli ultimi 6 milioni di anni.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

Per zone sorgente, o sismogenetiche, si intendono quelle aree che si possono considerare omogenee dal punto di vista geologico – strutturale e soprattutto cinematico. Il nuovo modello sismogenetico usato in Italia, introdotto appositamente per la redazione della mappa di pericolosità 2004, è la cosiddetta zonazione ZS9 per la quale il territorio italiano è stato suddiviso in 36 diverse zone, numerate da 901 a 936, più altre 6 zone, identificate con le lettere da "A" a "F" fuori dal territorio nazionale (A-C) o ritenute di scarsa influenza (D-F) (Figura 6-F).
Per ogni zona sismogenetica è stata effettuata una stima della profondità media dei terremoti e del meccanismo di fagliazione prevalente. Si è valutato, inoltre, il grado di incertezza nella definizione dei limiti delle zone.

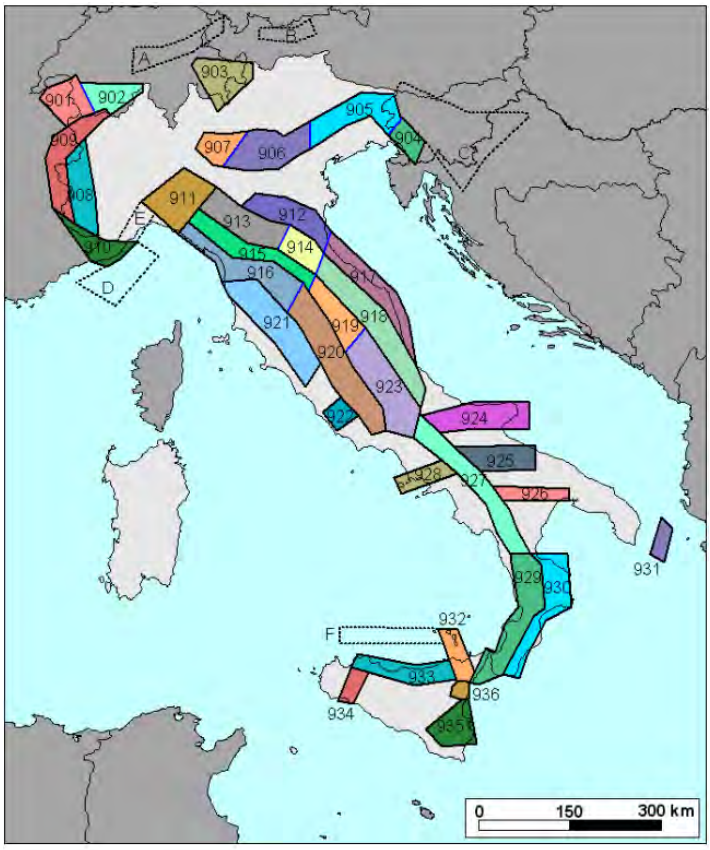



**Figura 6-F: Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV).**

L'opera in studio ricade nella zona meridionale della zona sismogenetica 914 (Figura 6-G), porzione esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale (la fascia si chiude poco a sud di Porto S. Giorgio, laddove non si hanno più chiare evidenze di cinematica compressiva). All'interno di questo settore si osserva un regime tettonico debolmente compressivo in atto, in cui strutture compressive (prevalentemente thrust) allineate lungo la costa o a breve distanza da essa sono responsabili della sismicità.
La zona 914, insieme alla 913 e 918 risultano dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino all'Abbruzzo. In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nordoccidentale e distensivi nella porzione sudorientale. Si possono altresì avere

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le profondità ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna. L'individuazione della zona 914 (Forlivese) è motivata dalle peculiari caratteristiche di rilascio della sismicità (nella fattispecie la frequenza degli eventi). La zona ricade in una fascia di transizione a carattere misto, ovvero in cui convivono meccanismi diversi (essenzialmente compressivi a NW e distensive a SE).

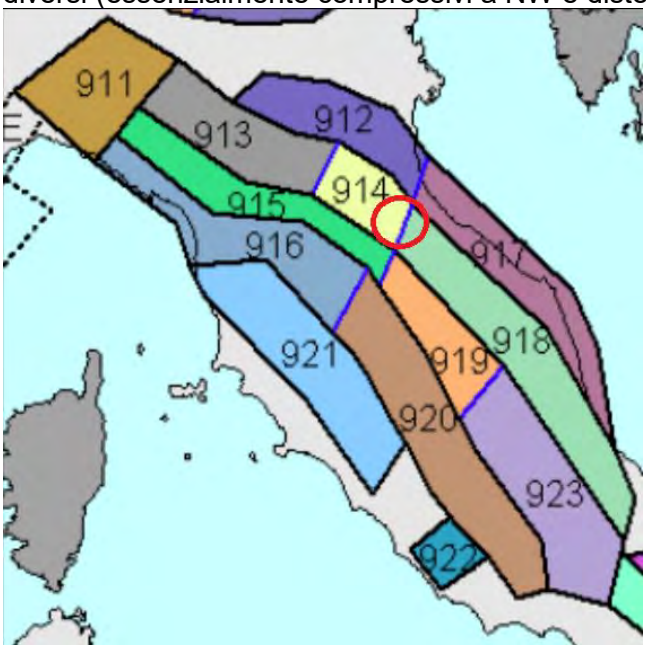



**Figura 6-G: Zonazione sismogenetica; il cerchio rosso indica l'area oggetto di intervento**

La Tabella che segue mostra i valori delle profondità efficaci ottenute per la zona sismogenetica 914.

| Zona | Numero di eventi Md>2.0 | Numero di eventi Md>2.5 | Numero di eventi Md>3.0 | Magnitudo massima (Md) | Classe di profondità (km) | Profondità efficace (km) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *914* | 878 | 542 | 131 | 4.5 | **12-20** | **13** |

Per la zona sopra descritta è stato determinato, inoltre, il meccanismo di fagliazione prevalente, ovvero quello che ha la massima probabilità di caratterizzare i futuri terremoti significativi.
L'assegnazione della tipologia è stata effettuata in funzione dell'angolo di rake sulla base del seguente semplice criterio:

| Meccanismo prevalente | | Angolo di *rake* |
|---|---|---|
| Diretto | | >225 (-135), <315 (-45) |
| Inverso | | >45, <135 |
| Trascorrente | sinistro | <45, >315 (-45) |
| | destro | >135, <225 (-135) |

Nel caso della zona 914 non è stato possibile assegnare (in modo univoco) un meccanismo di fagliazione prevalente.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

## 6.4 Fagliazione attiva e capace

Le NTC 2018, prevedono inoltre che per la valutazione delle caratteristiche di sismicità della zona interessata dal progetto, bisogna porre particolare attenzione all'eventuale presenza di lineamenti geo-strutturali attivi (faglie) in corrispondenza o in prossimità delle opere da realizzare.
Quindi, a titolo informativo, si è provveduto all'identificazione degli elementi tettonico strutturali dell'area interessata dall'opera tramite la consultazione di alcuni database di cui dispone la comunità scientifica che risultano sintetizzate all'interno di due banche dati principali e che riguardano l'intero territorio nazionale:

- Database of Individual Seismogenic Sources (DISS, INGV).
- Database Italy Hazard from Capable faults (ITHACA, ISPRA).

### *6.4.1 Database D.I.S.S.*

Il database DISS raggruppa tutte le informazioni relative a faglie attive, pieghe attive, sorgenti sismogenetiche individuali, sorgenti sismogenetiche composite e sorgenti sismogenetiche dibattute in letteratura (DISS Working Group (2021). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). https://doi.org/10.13127/diss3.3.0) (https://diss.ingv.it/data). Dall'analisi della suddetta banca dati si evince che il sito interessato dalla realizzazione dell'opera risulta esterna alle sorgenti sismogenetiche (Figura 6-H).

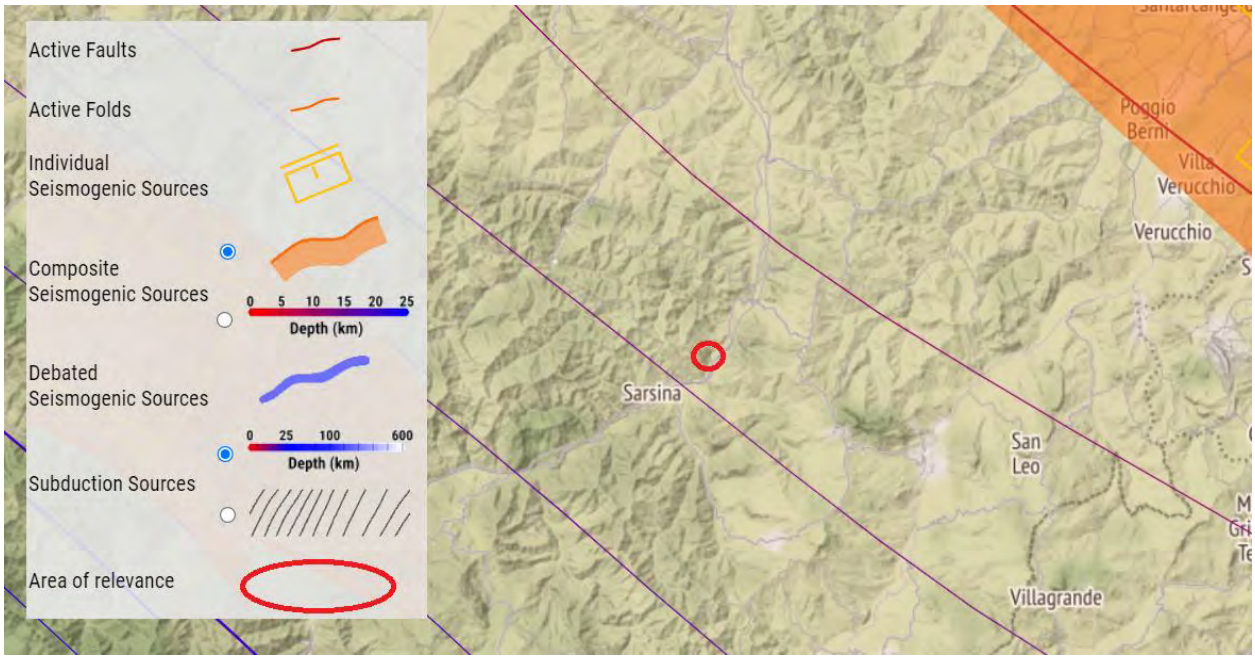



**Figura 6-H: Stralcio database DISS versione 3.3.0 (2021, INGV) relativamente all'area di interesse.**

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

### *6.4.2 Database I.T.H.A.CA.*

Il database ITHACA, di proprietà dell'ISPRA, tiene conto invece delle faglie capaci, cioè le faglie che potenzialmente possono creare deformazione permanente in superficie, indipendentemente dalla natura strutturale. Dall'analisi della suddetta banca dati si evince che lo sviluppo longitudinale del microtunnel in progetto non risulta intersecare faglie capaci (Figura 6-I).

**Figura 6-I: Stralcio database ITHACA (ISPRA) relativamente all'area di interesse. Accessibile al link https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html**

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

## 7 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA

Nell'ambito della progettazione dell'attraversamento sono state eseguite nel tempo diverse campagne di indagini geognostiche finalizzate alla ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo dell'area ed alla definizione dei parametri geotecnici dei litotipi interessati dall'opera in progetto. In particolare, sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche (Figura 7-A):

- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, denominati S28 (campagna ATI) e S36_SM_L e S37_SM_L (campagna 2023);
- n. 1 tomografia elettrica, denominata ERT_20_SM_L.

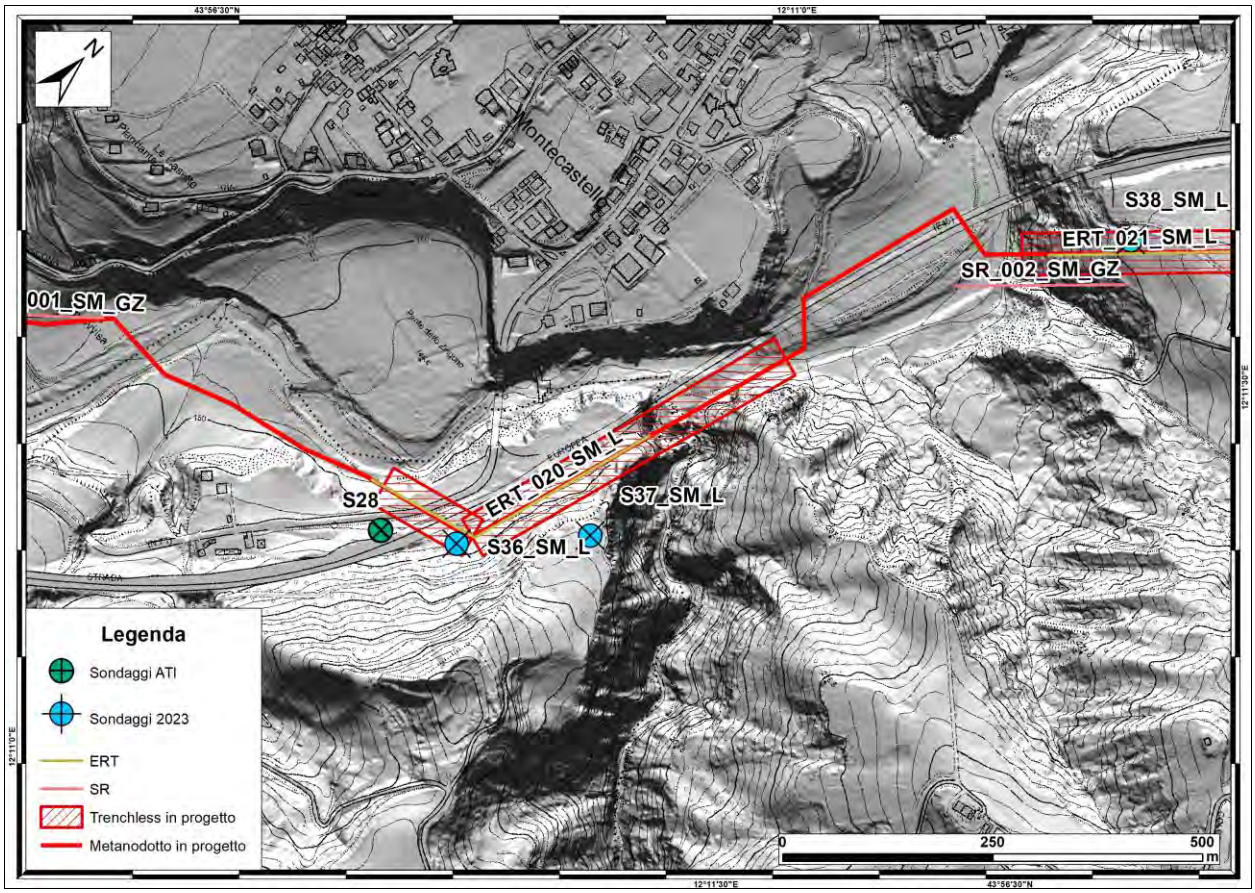



**Figura 7-A: Ubicazione dei sondaggi geognostici eseguiti nell'area oggetto di intervento**

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite delle prove di penetrazione dinamica a fondo foro (SPT) a diverse quote e sono stati prelevati alcuni campioni indisturbati e rimaneggiati di terreno che sono stati successivamente sottoposti a prove geotecniche di laboratorio.

Le prove penetrometriche dinamiche vengono eseguite in avanzamento sul fondo del foro di sondaggio, registrando la resistenza alla penetrazione in funzione della profondità. Le prove S.P.T. sono state eseguite seguendo le modalità standard indicate dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) ed hanno fornito i dati necessari per determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

Le prove penetrometriche dinamiche (tipo S.P.T.) sono state eseguite con un dispositivo automatico di sganciamento del maglio (massa battente) del peso di 63.5 Kg con caduta libera da un'altezza di 76 cm. La massa battente scorre lungo aste di collegamento al terminale di infissione aventi peso per metro lineare di circa 7 Kg. L'esecuzione avviene secondo le modalità contenute nella normativa ASTM n D 1586 e compresa nelle "Raccomandazioni ISSMFE" per la standardizzazione delle prove penetrometriche in Europa (1976).

Lo strumento viene infisso nel terreno facendo avanzare la punta di 45 cm, registrando separatamente i colpi relativi agli intervalli 0-15 (N1); 15-30 (N2) e 30-45 (N3). I valori riferiti ai primi 15 cm generalmente non vengono considerati in quanto rappresentativi di un terreno disturbato dalla perforazione; si registrano solo se il numero di colpi è maggiore di 50 (lo strumento va a rifiuto). Il valore di $N_{spt}$ è quindi dato dalla somma dei colpi ottenuti nei restanti 30 cm.

Per i terreni nel quale si è registrato il rifiuto della prova non esistono in letteratura correlazioni con l'angolo di attrito e/o con la coesione. Indicativamente è possibile individuare un valore di massima ponendo in tale caso $N_{spt}$ = 100.

Di seguito vengono indicate le profondità di prelievo dei campioni e di esecuzione delle prove S.P.T. nella campagna ATI (Tabella 7-A).

| Sondaggio | Sviluppo verticale (m) | Profondità S.P.T. (m) | Prof. prelievo Camp. Ind./rimaneggiati/litoidi (m) |
|---|---|---|---|
| S28 | 10 | 2.20-2.65 C<br>8.30-8.75 C | 1.80-2.20 T |
| C = prova penetrometrica a punta chiusa<br>A = prova penetrometrica a punta aperta<br>L = campione litoide<br>T = campione terrigeno | | | |

**Tabella 7-A: Sondaggi eseguiti durante la campagna geognostica ATI.**

Di seguito vengono indicate le profondità di prelievo dei campioni e di esecuzione delle prove S.P.T. nella campagna 2023 (Tabella 7-B).

| Sondaggio | Sviluppo verticale (m) | Profondità S.P.T. (m) | Prof. prelievo Camp. Ind./rimaneggiati/litoidi (m) |
|---|---|---|---|
| S36_SM_L | 70 | - | 40.50-40.90 L<br>47.00-47.30 L<br>53.00-53.40 L |
| S37_SM_L | 95 | - | 80.00-80.50 L |
| C = prova penetrometrica a punta chiusa<br>A = prova penetrometrica a punta aperta<br>L = campione litoide<br>T = campione terrigeno | | | |

**Tabella 7-B: Sondaggi eseguiti durante la campagna geognostica 2023.**

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

**SONDAGGIO S28**

Il sondaggio S28 è stato eseguito a ridosso della S.P. 138 nel territorio comunale di Sogliano al Rubicone (FC), ad una quota di 185,00 m s.l.m..
Dalla stratigrafia emerge un primo strato costituito da sabbia limosa moderatamente addensata, fino a 6,90 m. Da 6,90 a 9,30 m si ha della ghiaia sabbioso limosa, molto addensata, di colore marrone. I clasti sono sub-arrotondati, eterometrici e poligenici.
Da 9,30 m fino a fondo foro, si rinviene il substrato semi-litoide, costituito da marne argillose grigie, alterate e fratturate, con intercalazioni centimetriche di arenarie.

| Sondaggio S28 (X: 755593,88; Y: 4870054,32) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Prof. sondaggio (m da p.c.) | n. SPT | n. campioni indisturbati | n. campioni rimaneggiati | n. campioni ambientali | Attrezzatura in foro (PZ) |
| 10 | 2 | 1 | - | - | - |

| Intervallo (m) | Litologia |
|---|---|
| 0.00-6.90 | Sabbia limosa |
| 6.90-9.30 | Ghiaia eterometrica |
| 9.30-10.00 | Marne fratturate |

**Tabella 7-C: Sondaggio S28**

**SONDAGGIO S36_SM_L**

Il sondaggio S36_SM_L è stato eseguito nel territorio comunale di Sogliano al Rubicone (FC), ad una quota di 198,00 m s.l.m.. Per i primi 5.00 m di profondità è presente un'argilla sabbiosa leggermente limosa di colore marrone-giallastro da poco consistente a consistente. Successivamente da 5.00 m a 6.00 m si rinviene un'argilla marnosa limosa di colore beige a tratti sabbiosa, molto consistente. Da 6.00 m a 7.00 m si intercetta un'argilla marnosa di colore grigio sovraconsolidata con intercalati livelli millimetrici sabbiosi. Da 7.00 m fino a fondo foro (70.00 m) il sondaggio è caratterizzato da un'arenite di colore variabile da grigio chiaro a grigio scuro, compatta, da poco fratturata a fratturata. Sono presenti patine carbonatiche biancastre e intercalazioni di livelli decimetrici pelitici, in particolare marna e marna calcarea. È stata rilevata la presenza di un livello piezometrico intorno a 9.00 m dal piano campagna.

| Sondaggio S36_SM_L (X: 755665,43; Y: 4870113,31) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Prof. sondaggio (m da p.c.) | n. SPT | n. campioni indisturbati | n. campioni rimaneggiati | n. campioni ambientali | Attrezzatura in foro (PZ) |
| 70 | - | - | 3 | - | - |

| Intervallo (m) | Litologia |
|---|---|
| 0.00-5.00 | Argilla sabbiosa |
| 5.00-6.00 | Argilla marnosa limosa |
| 6.00-7.00 | Argilla marnosa |
| 7.00-70.00 | Arenite |

**Tabella 7-D: Sondaggio S36_SM_L**

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

**SONDAGGIO S37_SM_L**

Il sondaggio S37_SM_L è stato eseguito nel territorio comunale di Sogliano al Rubicone (FC), ad una quota di 210,00 m s.l.m.. Per i primi 5.00 m di profondità è presente un'argilla limosa marnosa debolmente sabbiosa di colore marrone, da consistente a molto consistente, con inclusi clasti eterometrici sub-angolari. Successivamente da 5.00 m a 14.00 m si rinviene un'argilla sabbiosa di colore beige, molto consistente, con inclusi clasti millimetrici e centimetrici da sub-angolari a sub-arrotondati. Da 14.00 m a 17.00 m si intercetta un'argilla marnosa di colore grigio sovraconsolidata a struttura scagliettata. Da 17.00 m fino a fondo foto (95.00 m) il sondaggio è caratterizzato da un'arenite di colore variabile da grigio chiaro a grigio scuro, compatta, da poco fratturata a fratturata. Sono presenti patine carbonatiche biancastre e si intercalano livelli decimetrici pelitici, in particolare marna e marna calcarea. A fine perforazione il livello di falda misurato è stato di 22.00 m dal piano campagna.

| Sondaggio S37_SM_L (X: 755762,58; Y: 4870239,73) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Prof. sondaggio (m da p.c.) | n. SPT | n. campioni indisturbati | n. campioni rimaneggiati | n. campioni ambientali | Attrezzatura in foro (PZ) |
| 95 | - | - | 1 | - | - |

| Intervallo (m) | Litologia |
|---|---|
| 0.00-5.00 | Argilla limosa marnosa |
| 5.00-14.00 | Argilla sabbiosa |
| 14.00-17.00 | Argilla marnosa |
| 17.00-95.00 | Arenite |

**Tabella 7-E: Sondaggio S37_SM_L**

Le colonne stratigrafiche complete e la documentazione relativa alle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati, sono inclusi negli annessi alla presente relazione.

## 7.1 Modello geologico

Le risultanze dei sondaggi geognostici eseguiti in corrispondenza del sito progettuale confermano nello specifico l'assetto geologico illustrato nel paragrafo 3.2 della presente relazione.

Da un punto di vista litologico le verticali indagate dai sondaggi evidenziano nel complesso un assetto caratterizzato dal bedrock litoide della Formazione Marnoso-Arenacea, il quale è soggetto, verso l'alto, ad un progressivo processo di degradazione. La fratturazione del bedrock è variabile, con la profondità aumenta gradualmente di compattezza e riduce la fessurazione andando a costituire il bedrock vero e proprio. La porzione più superficiale, prossima al p.c., esposta maggiormente agli agenti esogeni, si presenta più fratturata e detensionata, evidenziando una spinta degradazione in sabbie, limi ed argille che, nel caso specifico, risultano coinvolti in locali fenomeni franosi, censiti dal PAI. Tale coltre è stata riscontrata nei sondaggi S28 e S36_SM_L con spessori di circa 7 metri.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

Le giaciture degli strati dei terreni, prevalentemente arenacei e subordinatamente marnosi (Membro di Fontanelice FMA13), presentano in affioramento un immersione di circa 30° - 50° con un'inclinazione compresa tra 70° e 90°. La struttura è presumibilmente interessata da una lineazione tettonica su cui si imposta l'impluvio del Rio Naseto ed in tale zona è ragionevole ipotizzare una maggiore fessurazione del substrato.

Le alluvioni recenti del F. Savio, da sabbiose a ciottolose, sono presenti in corrispondenza dell'estremità nord della trenchless in progetto; inoltre, lo sviluppo della stessa nella zona si attesta nelle alluvioni del Rio Naseto.

Il modello geologico, ipotizzato sulla base delle verticali di indagine eseguite, è riportato nell'Annesso 4.

## 7.2 Interpretazione indagini geognostiche

### *7.2.1 Prove penetrometriche (SPT)*

Le prove penetrometriche del tipo SPT, eseguite in avanzamento di perforazione hanno permesso di conoscere la resistenza alla penetrazione offerta dai terreni attraversanti dall'utensile. Qui di seguito vengono riportate alcune correlazioni, tratte dalla letteratura geotecnica, utilizzate al fine di ricavare alcuni valori fisici e meccanici dei terreni riscontrati durante le perforazioni. Si precisa che i valori geotecnici ricavati dalle correlazioni sono indicativi in quanto le variabili (profondità, litologia ecc.) che entrano in gioco nella valutazione dei parametri sono molteplici e non tutte facilmente controllabili.
L'interpretazione delle prove SPT è sempre molto soggettiva e i valori ricavati dalle correlazioni semi empiriche tra Nspt e le grandezze più significative (e.g. *Cu e γ*) vanno utilizzati sempre con la giusta cautela in quanto spesso sovrastimati rispetto ai valori corrispondenti ricavati dalle prove di laboratorio, che rimangono i valori più veritieri.
Per la campagna ATI sono state ottenute le seguenti interpretazioni:

| Sondaggio | Profondità (m) | Nspt | γ (t/m³) | ϕ (°) |
|---|---|---|---|---|
| S28 | 2.20-2.65<br>8.30-8.75 | 5-5-5<br>39-43-49 | 1.85<br>1.95-2.00 | 28.5<br>30 |

**Tabella 7-F: Interpretazione parametrica per la campagna ATI.**

### *7.2.2 Prove di Laboratorio*

Sui campioni prelevati all'interno dei sondaggi sono state eseguite diverse prove di laboratorio in funzione della natura litologica degli stessi. Di seguito si riporta il riassunto del prelievo di campioni per la campagna 2023.

| Sondaggio | Profondità (m) | Litologia | Lavorazione |
|---|---|---|---|
| S36_SM_L | 40.50-40.90<br>47.00-47.30<br>53.00-53.40 | Roccia<br>Roccia<br>Roccia | Si<br>Si<br>Si |
| S37_SM_L | 80.00-80.50 | Roccia | Si |

**Tabella 7-G: Prelievo dei campioni per le diverse campagne.**

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

Dei campioni prelevati sono stati sottoposti a prove di laboratorio tutti i campioni del sondaggio S36_SM_L e S37_SM_L, su cui sono state eseguite prove di imbibizione e compressione uniassiale.

| Campione | Profondità (m) | Ab medio (%) | Compressione uniassiale (MPa) |
|---|---|---|---|
| CL1 | 40.50-40.90 | 0.72 | 19.41 |
| CL2 | 47.00-47.30 | 0.47 | 26.61 |
| CL3 | 53.00-53.40 | 3.40 | 20.47 |

**Tabella 7-H: Tabella riassuntiva caratterizzazione dei campioni litoidi di S36_SM_L.**

| Campione | Profondità (m) | Ab medio (%) | Compressione uniassiale (MPa) |
|---|---|---|---|
| CL1 | 80.00-80.50 | 3.35 | 34.18 |

**Tabella 7-I: Tabella riassuntiva caratterizzazione dei campioni litoidi di S37_SM_L.**

### *7.2.3 Tomografie elettriche*

Le prospezioni geoelettriche, eseguite mediante un dispositivo multielettrodico, contengono una ricostruzione dell'andamento della resistività apparente lungo una sezione orizzontale sino alla massima profondità ottenibile in rapporto al tipo di array utilizzato (configurazione elettrodica), alla lunghezza dello stendimento e alla resistività dei terreni.
Per l'acquisizione si utilizza uno stendimento lineare di elettrodi equidistanti collegati, tramite un cavo multi-conduttore, ad un resistivimetro e una batteria. Attraverso una centralina elettronica di commutazione è possibile selezionare gli elettrodi di corrente e quelli di potenziale secondo la geometria di acquisizione impostata. I dati ottenuti sono infine processati attraverso un metodo detto d'inversione per la ricostruzione della pseudosezione elettrica.

**Tomografie elettriche**

Nel sito d'investigazione è stata effettuata una tomografia elettrica durante la campagna 2023, denominata ERT20_SM_L. Le caratteristiche d'acquisizione sono di seguito riassunte:

| Profilo elettrico | Tipologia Array | Direzione* | Profondità d'investigazione (m) | Lunghezza stesa (m) |
|---|---|---|---|---|
| ERT20_SM_L | Wenner | Longitudinale | 110 | 380 |
| *Riferito all'orientamento del metanodotto | | | | |

**Tabella 7-J: Caratteristiche tomografia elettrica**

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

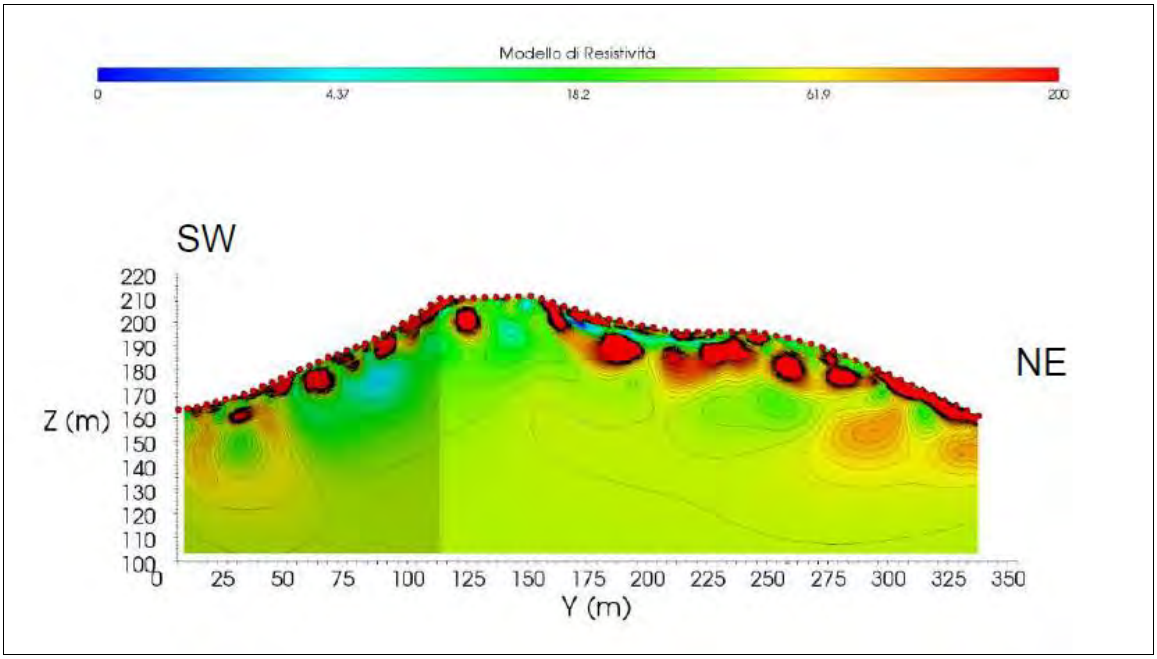



**Figura 7-B: Tomografia elettrica ERT20_SM_L**

La pseudosezione geoelettrica indica un primo strato tra i 5 e i 10 m di profondità composto principalmente di terreni a granulometria sabbiosa limosa sovrastante delle formazioni a prevalenza marnosa fino a circa i 20 m di profondità. Questo strato presenta diversi gradi di fratturazione. Al di sotto delle marne è possibile la presenza di un potente strato di arenite.

### 7.3 Modello litotecnico

L'analisi delle risultanze delle indagini (dirette e indirette) e delle prove geotecniche di laboratorio eseguite hanno consentito la ricostruzione di un modello geotecnico relativamente al sito progettuale.

La caratterizzazione geotecnica di questi corpi è stata definita mediante l'interpretazione dei dati ottenuti nelle indagini penetrometriche S.P.T. e nelle indagini di laboratorio.

I parametri geotecnici determinati sono i seguenti:
- $\gamma$= peso di volume;
- c'= coesione drenata;
- $\phi$'= angolo d'attrito interno;

I riferimenti alla consistenza dei terreni coesivi sono rispondenti alla classificazione di Terzaghi e Peck 1967 e per la densità dei terreni granulari si fa riferimento a Terzaghi-Peck 1948.

Unità 1 – **Ghiaie sabbiose e ciottolose, sabbie ghiaiose e sabbie limose sciolte (alluvioni) – spessore variabile**

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

| | | |
|---|---|---|
| $\gamma$= | 19 – 22 | kN/m3 |
| c'= | 0 | MPa |
| $\phi$'= | 28 – 34 | ° |

*Nota: lenti limoso-argillose, di spessore limitato, a bassa consistenza e caratteristiche geotecniche più scadenti possono essere incluse all'interno delle sabbie.*

Unità 2 – **Argille limoso-sabbiose a consistenza da plastica a media con sabbie limose sciolte (coltre di alterazione superficiale della Formazione Marnoso-Arenacea) – spessore 7 m circa in S28 e S036_SM_L.**

Dati da sondaggio S28 e S36_SM_L

| | | |
|---|---|---|
| $\gamma$= | 18 – 20 | kN/m3 |
| c'= | 0 – 5 | MPa |
| $\phi$'= | 20 – 24 | ° |

Unità 3 – **Alternanze di siltite marnosa, arenarie, marne in strati a potenza variabile da compatti a fratturati (bedrock litoide e coltre superficiale alterata e/o molto fratturata) – spessore non definito.**

Dati da sondaggio S28, S36_SM_L, S37_SM_L

| | | |
|---|---|---|
| $\gamma$= | 22 - 26 | kN/m3 |
| c'= | 0 – 2 | MPa |

*Nota: i valori inferiori e maggiori sono associati rispettivamente agli orizzonti superficiali fratturati più alterati e all'ammasso litoide meno alterato. Il grado di alterazione, la caratterizzazione litologico-strutturale (struttura dei giunti e loro orientamento spaziale, minerali componenti, grado di alterazione, omogeneità della roccia) è in prima ipotesi stimabile in riferimento alle risultanze delle indagini eseguite.*

| | | |
|---|---|---|
| $\phi$'= | 22 – 30 | ° |

*Nota: i valori inferiori sono associati agli orizzonti pelitico-marnosi e i valori maggiori a quelli arenacei.*

La roccia integra, caratterizzata mediante prove di point load, presenta:

| | | |
|---|---|---|
| $\sigma_f$= | 7 - 30 | Mpa |

I valori indicati fanno riferimento a quanto indagato nella porzione superficiale e pertanto le caratteristiche tendono a migliorare con la profondità come evidenziato dalle prove geofisiche eseguite.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

# 8 GEOMETRIA E MODALITÀ ESECUTIVE DELL'ATTRAVERSAMENTO

## 8.1 Modalità esecutive dell'attraversamento

L'attraversamento in oggetto è previsto mediante la realizzazione di un'unica trivellazione con tecnica "microtunnelling".
Nell'elaborato grafico di dettaglio Dis. 22358-10-LB-15D-81340 oltre alla geometria dell'attraversamento sono riportate le seguenti informazioni di progetto:

- Diametro interno e/o esterno, spessore e tipo di acciaio della condotta di linea;
- Diametro esterno, spessore e lunghezza dei conci in c.a.;
- Lunghezza complessiva del microtunnel in c.a. e lunghezze parziali dei tratti rettilinei;
- Angoli di ingresso e uscita e raggio di curvatura;
- Copertura minima dal piano campagna;
- Dimensioni indicative delle postazioni di partenza e d'arrivo;

Le coperture del tunnel rispetto al piano campagna sono da considerarsi valori minimi da rispettare durante l'esecuzione del tunnel.
La geometria finale esecutiva sarà verificata e stabilita dalla ditta esecutrice sulla base di dettagliate indagini geognostiche e dallo stato dei luoghi al momento della realizzazione dell'opera (come, ad esempio, la presenza di aree allagate, altezza della falda, ecc.).

## 8.2 Descrizione delle fasi di lavorazione

Il sistema di costruzione mediante microtunnelling permette la realizzazione della posa della condotta in sotterraneo senza la necessità di scavi a cielo aperto, i quali saranno realizzati solamente in prossimità della postazione di partenza e di arrivo dell'apparato fresante. Tale tecnologia prevede una perforazione direzionale del sottosuolo e la progressiva installazione di conci prefabbricati in c.a. aventi diametro maggiore della condotta in progetto (Figura 8-A). Per conci in c.a. si intendono degli elementi tubolari interi in cemento armato che, preceduti da un apparato fresante, vengono spinti progressivamente nel terreno ed entro i quali sarà successivamente inserita la condotta in progetto.

Al fine di limitare le sollecitazioni sui conci potranno essere installate delle stazioni di spinta intermedie.

Per l'esecuzione del Microtunnel si opererà secondo le modalità qui di seguito descritte:

### *8.2.1 Preparazione aree di cantiere*

Per la preparazione dei siti previsti per l'installazione delle aree di cantiere si prevedono i seguenti lavori:

- sistemazione/realizzazione di strade di accesso;
- rimozione di eventuali ostacoli;
- eventuali spianamenti del terreno;
- prosciugamento delle aree destinate all'alloggiamento delle postazioni di partenza e arrivo (operando sotto falda);

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

- eventuale drenaggio (da prevedersi in caso di aree con rischio di allagamento);
- preparazione delle aree per l'alloggiamento di containers e stoccaggio materiali;
- preparazione aree destinate allo stoccaggio dello smarino;
- installazione del cantiere.

### *8.2.2 Postazione di partenza ed installazione delle apparecchiature*

La realizzazione della postazione di partenza, prevista per il progetto, prevede l'esecuzione delle seguenti attività:

- realizzazione della postazione di trivellazione interrata mediante l'installazione di strutture di contenimento verticali e del piano di calpestio con tipologie adeguate a resistere ai carichi esterni, alla spinta delle terre ed alle spinte idrostatiche.
- esecuzione della postazione di partenza per l'alloggiamento della macchina di spinta;
- delimitazione e chiusura, con apposita recinzione, delle aree di cantiere e di scavo;
- costruzione soletta di base per appoggio strutture di spinta e alloggiamento guide in acciaio;
- installazione degli elementi per la guida delle apparecchiature di perforazione;
- installazione apparecchiature di spinta;
- installazione delle apparecchiature di perforazione;
- installazione del sistema di trasporto a giorno dello smarino mediante sistema idraulico;
- installazione di attrezzature e strumentazioni varie;
- apertura foro nella parete frontale;
- messa in opera dell'anello di guida e della guarnizione tenuta;
- installazione sistema di controllo della direzione.

### *8.2.3 Elementi tubolari in c.a.*

Gli elementi tubolari impiegati per il rivestimento del tunnel sono in c.a. vibrati, calcolati per resistere alla spinta assiale prodotta dalla stazione di spinta durante la messa in opera degli elementi stessi, ed ai carichi superiori, gravati secondo quanto stabilito dalle vigenti norme.

### *8.2.4 Esecuzione del Microtunnel*

*Scavo del tunnel*

Lo scavo del tunnel avviene mediante l'avanzamento di uno scudo cilindrico a cui è applicata frontalmente una fresa rotante dello stesso diametro dello scudo.
Durante la fase di scavo, la testa della macchina è quindi lubrificata con una miscela di bentonite e acqua, trasportata tramite un sistema di circolazione chiuso.
La testa della macchina di scavo opera sotto una campana di aria compressa o di una miscela di acqua/bentonite; comunque è tenuta sempre in pressione. L'avanzamento della testa fresante avviene mediante la spinta degli elementi tubolari in c.a. che vengono successivamente infissi dalla postazione di spinta.

*Infissione degli elementi tubolari nel terreno*

Per l'avanzamento degli elementi tubolari in c.a. è utilizzata una unità spingitubo collocata all'interno del pozzo di spinta. L'unità di spinta è composta da martinetti idraulici montati su un

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

telaio metallico, da un anello di spinta mobile posto davanti ai martinetti idraulici e da una parete metallica di spinta fissa posta dietro i martinetti.
Quando un elemento è completamente spinto nel terreno, i martinetti idraulici e l'anello di spinta sono retratti per l'inserimento di un nuovo elemento.
Il nuovo elemento è calato all'interno del pozzo e incastrato all'estremità dell'elemento precedente. Non appena ultimato l'incastro la spinta riprende.
Per ridurre l'attrito tubo/terreno è impiegata una miscela bentonitica come lubrificante esterno.
Le giunzioni tra i conci in c.a. sono di tipologia idonea per consentire la deviazione angolare del microtunnel e la tenuta idrica. L'incastro ed il centraggio tra due tubi successivi sono garantiti mediante un'opportuna sagomatura dei bordi oppure con collari di acciaio annegati nel getto.

*Trasporto a giorno dello smarino tramite sistema idraulico*

Il materiale scavato viene evacuato dalla parte anteriore dello scudo e portato in una unità di frantumazione. Il materiale frantumato viene miscelato con acqua e formare una miscela fluida (slurry) e quindi smaltita all'esterno attraverso un sistema di riciclo fino ad una unità di dissabbiatura e decantazione in apposita vasca impermeabilizzata.

### *8.2.5 Controlli*

Essendo necessario il controllo in tempo reale della direzionalità del microtunnel durante l'operazione di spinta, viene approntato un sistema computerizzato di elaborazione dati rilevati mediante puntamento ottico e laser o sistema di auto-guida.
L'operatore addetto alla verifica opera con continuità sulla consolle di comando per le necessarie correzioni.

### *8.2.6 Esecuzione postazione di uscita*

Nel punto terminale del tunnel si provvede all'esecuzione della postazione di arrivo per il recupero dello scudo e delle apparecchiature di scavo. Nel caso risulti necessario, in relazione alle condizioni geologiche locali, si può prevedere il consolidamento del terreno, in adiacenza al punto di uscita della testa fresante.

### *8.2.7 Posizionamento del metanodotto nel Microtunnel*

La posa della condotta nel tunnel viene effettuata "varando" una colonna prefabbricata in esterno, oppure realizzando le saldature in corrispondenza dell'estremità del tunnel stesso.
La condotta è separata dalla parete del microtunnel mediante distanziatori in malta poliuretanica gettati in opera posti ad un determinato interasse con resistenze caratteristiche adeguate alle sollecitazioni a cui sono sottoposti durante le operazioni di varo.

### *8.2.8 Riempimento intercapedine tra gli elementi del Microtunnel ed il terreno*

Lo spazio presente tra la parete esterna degli elementi del Microtunnel e il terreno viene saturato mediante iniezione di bentonite e/o boiacca di cemento attraverso appositi ugelli predisposti nei tubi in c.a.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

### *8.2.9 Intasamento del Microtunnel*

Dopo le operazioni di infilaggio del tubo in acciaio e dei tubi portacavi, l'intercapedine tra la parete interna del Microtunnel ed i tubi suddetti viene intasata con miscele cementizio/bentonitiche realizzate secondo le specifiche previste dal Cliente.
Preliminarmente alle operazioni d'intasamento, vengono realizzate, in corrispondenza delle due estremità, le strutture per il contenimento all'interno del tunnel della miscela fluida.

### *8.2.10 Ripristino delle aree di cantiere e demolizione delle opere in c.a.*

A fine dei lavori, tutte le aree di cantiere interessate vengono ripristinate per ricostituire la morfologia originaria del terreno. Vengono inoltre realizzate le opere previste per il recupero ambientale delle aree interessate dai lavori.
Vengono ripristinati tutti gli accessi temporanei agli imbocchi utilizzati in corso di esecuzione di lavori, in modo da restituire le originarie morfologie alle aree interessate dai lavori.
Le opere in c.a. vengono demolite quanto più possibile e comunque per una profondità minima di 1.50 m dal piano campagna originale, fatto salvo le parti la cui demolizione potrebbe non essere funzionale all'esercizio del Microtunnel.

### *8.2.11 Descrizione dei mezzi d'opera*

Questa metodologia di attraversamento prevede due aree di lavoro ubicate alle due estremità del "microtunnel"; la principale, quella dove alloggia la "postazione di partenza" che ha una dimensione di circa 15 m x 6 m, mentre dalla parte opposta, dove è ubicata la postazione di arrivo è allestita un'area di lavoro minore, pari a circa 10 m x 6 m.

*Unità generatore*
L'unità generatore ha bisogno di produrre l'energia necessaria al funzionamento dell'impianto ed è generalmente costituita da una serie di motori diesel; l'energia viene trasmessa alla testa di perforazione e a tutti gli impianti del cantiere tramite la cabina di manovra detto anche "container comando".

*Cabina di manovra*
La cabina di manovra contiene tutti i dispositivi necessari per manovrare l'unità di spinta (martinetti idraulici), la consolle di guida della testa di perforazione e quant'altro per il controllo di tutti i parametri di trivellazione.

*Mezzo di sollevamento*
Un mezzo di sollevamento serve per la movimentazione dei conci in c.a. precedentemente stoccati nelle vicinanze.

*Unità fanghi e vibrovaglio*
Questa attrezzatura consente la continua riutilizzazione dell'acqua per il circuito dei fanghi e nel contempo la separazione della porzione solida contenuta nei fluidi di perforazione per avviarla a discarica; l'unita è costituita da una o più vasche nelle quali vengono fatte decantare e/o filtrati per mezzo di vibrovagli i fluidi provenienti dal circuito di smarino: tramite pompe sommerse comandate dall'operatore i fanghi ripuliti vengono re-immessi nel circuito di mandata dell'acqua; in presenza di materiali fini come argille e limi, l'azione di separazione dei materiali solidi viene rafforzata con l'uso di cicloni centrifughi; tutto il materiale di risulta del processo descritto

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

pocanzi viene stoccato temporaneamente in un'area del cantiere apposita per poi essere trasportata definitivamente in discarica autorizzata;

*Area ricambi-materiali*

L'area ricambi-materiali è costituita da più container con tutte le attrezzature del caso ed eventuali ricambi delle macchine operatrici.

*Area spogliatoi, uffici e servizi*

Questa zona è a uso degli operatori.

*Impianto di confezionamento miscela bentonitica*

Dopo il varo della condotta di linea avviene intasamento del microtunnel tramite un impianto di confezionamento del tipo automatico in grado di preparare con costanza e precisione la miscela prevista, caricando e pesando i componenti ed eseguendo la miscelazione tramite cicloni ad elevata turbolenza.

Successivamente alla realizzazione del microtunnel in questa area saranno ubicate le apparecchiature per la prefabbricazione delle stringhe di tubo (saldatrici) e per il successivo varo (mezzi di sollevamento).

*Postazione di arrivo*

L'area della postazione di arrivo ospita invece essenzialmente la trincea necessaria per il recupero della testa di perforazione, un'area pezzi di ricambio e stoccaggio materiali più un mezzo di sollevamento.

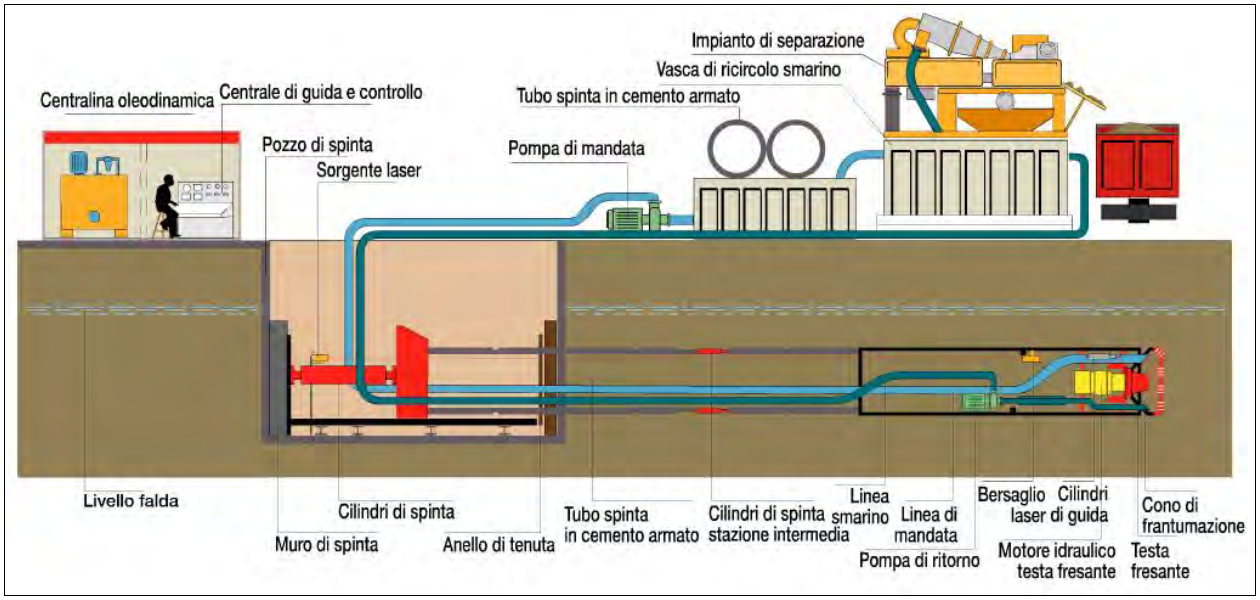



**Figura 8-A: Tipica configurazione di cantiere per la realizzazione di un microtunnel in c.a. (fonte: Icop S.p.A.).**

## 9 CONCLUSIONI

Nell'ambito della progettazione del metanodotto "Sestino-Minerbio DN 1200 (48''), DP 75 bar", all'interno del territorio comunale di Sogliano al Rubicone e di Mercato Saraceno, entrambe ricadenti all'interno della provincia di Forlì-Cesena, è stata prevista la realizzazione di un microtunnel, avente una lunghezza planimetrica di circa 381 m. L'opera in progetto attraversa un versante in destra idrografica del fiume Savio.

Dal punto di vista geologico, il settore interessato dalla trenchless in progetto è caratterizzato dalla formazione flyschoide Marnoso Arenacea, costituita da un'alternanza di arenarie, marne, siltiti marnose, argilliti fittamente stratificate, e rappresentato dal Membro di Fontanelice (FMA13) nella sua facies prevalentemente arenacea; questa formazione geologica, che risulta prevalente nel volume geologico significativo dell'opera in progetto, presenta un andamento monoclinalico immergente verso NE con inclinazioni >70°. L'ammasso marnoso-arenaceo gradualmente, con la profondità, aumenta di compattezza e riduce la fessurazione andando a costituire il bedrock vero e proprio. Nella zona prossima dell'estremità nord dell'opera in progetto, nel punto di confluenza con il Rio Naseto, è possibile la presenza di una lineazione tettonica, su cui il corso d'acqua si è impostato; tale elemento tettonico potrebbe incidere sul grado di fratturazione dell'ammasso, causandone l'aumento della fratturazione. Inoltre, depositi quaternari continentali, ascrivibili al Subsintema di Ravenna (AES8), sono presenti in superficie, esclusivamente nella valle del F. Savio e nella stretta incisione valliva del Rio Naseto, nel settore dell'estremità nord dell'opera in progetto.

Per quanto concerne gli aspetti idrogeologici, nella FMA si distinguono i membri a prevalenza marnoso-pelitica a bassa permeabilità, dai membri a prevalenza arenacea a maggiore conducibilità idraulica. Su tali litotipi la fratturazione, quando molto spinta, tende ad aumentare significativamente la permeabilità secondaria dell'ammasso e, generalmente, tale effetto risulta maggiore negli spessori superficiali ove le fessure tendono ad essere beanti a causa della minore pressione litostatica. In tale contesto, l'assetto idrogeologico locale è caratterizzato dalla presenza di sistemi di circolazione idrica sotterranea: in profondità nei livelli più permeabili della Formazione Marnoso-Arenacea, nonché da flussi nella porzione più superficiale e fratturata. Ulteriori circolazioni idriche sono condizionate dall'idrologia del Fiume Savio e del Rio Naseto.

Dal punto di vista geotecnico, i depositi flyschoidi rientrano nella categoria dei litotipi complessi in relazione sia alle ritmiche variazioni litologiche, sia in relazione alla "strutturazione", intesa come micro e macro fratturazione dell'ammasso per azioni tettoniche, predisponendo ad un maggior decadimento delle caratteristiche geotecniche ed un potenziale aumento della conducibilità idraulica.

La consultazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e del catalogo I.F.F.I. ha consentito di verificare la presenza di interferenze planimetriche dell'opera in progetto con aree in frana perimetrate nell'ambito dei suddetti strumenti e durante i rilievi in campo. Per quanto concerne la pericolosità idraulica, si evince che la trenchless in progetto interferisce per un breve tratto con un'area a pericolosità P3 censita nel PGRA – Aggiornamento 2022 del distretto padano.

Dall'analisi del database D.I.S.S. (INGV) si evince che il sito interessato dalla realizzazione dell'opera risulta non ricadere all'interno di sorgenti sismogenetiche.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

Il database ITHACA (ISPRA) tiene conto invece delle faglie capaci, cioè le faglie che potenzialmente possono creare deformazione permanente in superficie, aldilà della natura strutturale. Dall'analisi della suddetta banca dati si evince che lo sviluppo longitudinale della trenchless in progetto non risulta intersecare faglie capaci.

Pertanto, sulla base di quanto descritto, la realizzazione della trenchless prevede l'attraversamento di strati a differente competenza, da gestire con idonea strumentazione e utensili di scavo, in relazione alla resistenza intrinseca della natura litoide, agli aspetti giaciturali nonché al grado di cementazione e fratturazione, volgendo particolare attenzione alle estremità dell'opera in progetto, in quanto caratterizzate da parametri geotecnici inferiori e da circolazione idrica.

Gli eventuali pareri di compatibilità saranno acquisiti presso gli enti prima dell'esecuzione dell'opera in progetto. Dalle indagini eseguite, la trenchless in progetto è stata posata al di sotto dei corpi di frana perimetrati e studiati in fase di progettazione. Per quanto concerne l'attraversamento del corso d'acqua, la quota di posa è a profondità tale da garantire la sicurezza della condotta nei confronti dei processi erosivi, in accordo ai tempi di ritorno previsti dalle NTA delle AdB di competenza. Ulteriori indagini sono a carico dell'appaltatore che avrà cura di verificare le ipotesi su cui l'opera è stata progettata.

In definitiva, in virtù di quanto esposto negli approfondimenti specifici del presente documento, è possibile affermare che, per quanto concerne l'assetto geologico dell'area in esame, desunto dai sopralluoghi e dalle indagini eseguite, sussistono le condizioni di fattibilità dell'opera secondo la geometria di progetto e i dovuti accorgimenti tecnico-costruttivi.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

## 10 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

-Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG);

-Carta geologica regionale alla scala 1:10.000 (Carta geologica regionale alla scala 1:10.000 (Regione Emilia-Romagna);

-CPTI 2015, INGV. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani;

-Database of Individual Seismogenic Sources (DISS, INGV). Servizi webgis;

-Database Italy Hazard from Capable faults (ITHACA, ISPRA). Servizi webgis;

-Database Centro Nazionale Terremoti (CNT, INGV);

-Gargini A. et al., 2009. "Le gallerie TAV attraverso l'Appennino toscano: impatto idrogeologico ed opere di mitigazione".

-Massime intensità macrosismiche relativamente al territorio italiano (GNDT, ING, SSN);

-Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.). Regione Emilia-Romagna. Servizi wms e shapefile.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-303-CN-1441-13

## 11 ANNESSI

Annesso 1 – Stratigrafie sondaggi e foto cassette catalogatrici
Annesso 2 – Certificati di laboratorio
Annesso 3 – Prova ERT
Annesso 4 – Sezione geologica

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

# **PROGETTO:** Indagini geognostiche e geotecniche Metanodotto: Sulmona-Minerbio
## Tratto Sestino-Minerbio DN 1200 (48") P 75 bar

Sondaggio **S28**

**Comune:** Sogliano al Rubicone (FC)
**Località:** Imbocco microtunnel ponte dello Zingaro
**Committente :** Technip Italy S.p.A.

Sondaggi, prove geotecniche e fondazioni speciali
Via Vennera 4 - 87100 COSENZA
Tel. 0984-70488 - Fax 0984-785259
GEOCONSOL S.R.L.

**Prof.: 10,00 m dal p.c.; n° Cass.: 2**
**Perforazione: a carotaggio continuo con sonda CMV MK 420; inizio 21/11/2007; fine 21/11/2007**
**Uso rivestimento fino a 9,50 m dal p.c.; Uso doppio carotiere da 9,50 a 10,00 m dal p.c.;**
**Uso corona diamantata-terreni duri da 6,90 a 9,50 m dal p.c.**

| Prof. dal p.c. (M) | Quota s.l.m. | Spessore (m) | Descrizione della litologia | Colonna stratigrafica | Pocket Penetrometer (Kg/cmq) | Campioni | Standard Penetration Test Prof.(m) | Colpi | N | Punta | Falda (m p.c.) | Piezometro | Carotaggio (%) | RQD (%) | Cassette |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 | | 6,90 | Sabbia limosa moderatamente addensata e debolmente umida; a tratti presenza di maggiore frazione limosa da poco a moderatamente addensata. | | | 1,80 / 2,20 | 2,20 / 2,65 | 5 / 5-5 | 10 | C | | | 90 | | 1 |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | 5,00 |
| 5,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | 6,90 m | | | | | | | | | | | | |
| 7,5 | | 2,40 | Ghiaia eterometrica poligenica prevalentemente sub-arrotondata, molto addensata, in matrice sabbioso-limosa di colore marrone, umida. | | | | | | | | | | | | 2 |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8,5 | | | | | | | 8,30 / 8,75 | 39 / 43-49 | 92 | C | | | 80 | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9,5 | | | 9,30 m | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | 0,70 | Marne argillose fratturate, alterate e con intercalazioni centimetriche arenacee. Materiale di colore grigio. | | | | | | | | | | 100 | | |
| | | | 10,00 m | | | | | | | | | | | | 10,00 |

# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
## Sondaggio S28

mçëí~òáçåÉ=ëçåÇ~ÖÖáç=pOU

`~ëëÉíí~=pOU`N=EMIMM=J=RIMM=ã=Ç~ä=éKÅKF

`~ëëÉíí~=pOU`O=ERIMM=J=NMIMM=ã=Ç~ä=éKÅKF

**Geoconsol s.r.l.**
*Sondaggi, prove geotecniche e fondazioni speciali*

**Prove penetrometriche dinamiche S.P.T. (Standard Penetration Test)**

**Committente: TECHNIP**

**Progetto: Indagini geognostiche e geotecniche Metanodotto SULMONA-MINERBIO, Tratto Sestino-Minerbio.**

# Sondaggio S28

***Imbocco microtunnel Ponte dello Zingaro***

***Sogliano al Rubicone (FC)***

| Prova | Prof. (m) | Colpi | Nspt | $\gamma$ ($g/cm^3$) | $\phi$ (°) | $c_u$ ($kg/cm^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N°1 | 2,20-2,65 | 5-5-5 | 15 | 1,85 | 28,5° (Road Bridge Specification; Malcev; De Mello) | 0,10 (Shioi-Fukui) |
| N°2 | 8,30-8,75 | 39-43-39 | 82 | 1,95-2,00 | 30° (Road Bridge Specification) | 0,10 (Shioi-Fukui) |

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_36_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 24/04/2023 - 27/04/2023 |
| Coordinate: Lat: 43°56'23.03"N - Long: 12°11'8.13"E | Quota: 198 metri s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo fino a 70,00 m dal p.c. | |

# PLANIMETRIA

Ubicazione sondaggio S_36_SM_L

CONSORZIO LABORATORI RIUNITI L&R M.T.R.

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_36_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 24/04/2023 - 27/04/2023 |
| Coordinate: Lat: 43°56'23.03"N - Long: 12°11'8.13"E | Quota: 198 metri s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo fino a 70,00 m dal p.c. | |

SCALA 1 :350

# STRATIGRAFIA - S_36_SM_L



| metri batt. | LITOLOGIA | prof. m | Spess. m | DESCRIZIONE |
|---|---|---|---|---|
| 1–5 | | | | Argilla sabbiosa leggermete limosa di colore marrone-giallastro da poco consistente a consistente. |
| 5 | | 5,0 | 5,0 | |
| 6 | | 6,0 | 1,0 | Argilla marnosa limosa di colore beige a tratti sabbiosa, molto consistente. |
| 7–10 | | 7,0 | 1,0 | Argilla marnosa di colore grigio sovraconsolidata. Intercalati livelli millimetrici sabbiosi. |
| 11–70 | | | | Arenite di colore da grigio chiaro a grigio scuro, compatta, da poco fratturata a fratturata. Presenza di patine carbonatiche biancastre. Si intercalano livelli decimentrici pelitici, in particolare marna e marna calcarea. |
| 70 | | 70,0 | 63,0 | |

| R v | ø mm | Campioni | A | RQD % 0 --- 100 | Prel. % 0 --- 100 | S.P.T. m | S.P.T. | N | RP | VT | prove in foro | Cass. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | 2,27 | | | 1 |
| | | | | | | | | | 2,33 | | | |
| | | | | | | | | | 2,83 | | | |
| | | | | | | | | | | | | 2 |
| | 101 | | | | | | | | | | | 3 |
| | | | | | | | | | | | | 4 |
| | | | | | | | | | | | | 5 |
| | | | | | | | | | | | | 6 |
| | | | | | | | | | | | | 7 |
| | | | | | | | | | | | | 8 |
| | | CL1) Rim 40,50 40,90 | | | | | | | | | | 9 |
| | | CL2) Rim 47,00 47,30 | | | | | | | | | | 10 |
| | | CL3) Rim 53,00 53,40 | | | | | | | | | | 11 |
| | | | | | | | | | | | | 12 |
| | | | | | | | | | | | | 13 |
| | | | | | | | | | | | | 14 |
| | T2 | | | | | | | | | | | |

Il Responsabile di commessa
Geol. Antonella Rando

Il Responsabile di sito
Geol. Lorenzo Pelligra

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_36_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 24/04/2023 - 27/04/2023 |
| Coordinate: Lat: 43°56'23.03"N - Long: 12°11'8.13"E | Quota: 198 metri s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo fino a 70,00 m dal p.c. | |

SCALA 1 :350

# STRATIGRAFIA - S_36_SM_L



SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO - S_36_SM_L

- Attrezzatura di perforazione utilizzata: CMV 600
- Perforazione a carotaggio continuo (D=101 mm) da 0,00 a 70,00 m;
- Uso carotiere doppio T2 da 7,00 a 70,00 m;
- Rivestimento (D=127 mm) da 0,00 a 70,00 m;
- Test rapidi sulle carote: Pocket test N°3
- Chiusura foro con cementazione.

Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 14 cassette catalogatrici.

LIVELLO DI FALDA A FINE PERFORAZIONE
Data:27/04/2023; a 9,00 m da p.c.

Campione CL1 (Rimaneggiato) - da m 40,50 a m 40,90
Campione CL2 (Rimaneggiato) - da m 47,00 a m 47,30
Campione CL3 (Rimaneggiato) - da m 53,00 a m 53,40

Il Responsabile di commessa
Geol. Antonella Rando

Il Responsabile di sito
Geol. Lorenzo Pelligra

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_36_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 24/04/2023 - 27/04/2023 |

Piazzamento

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_36_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 24/04/2023 - 27/04/2023 |

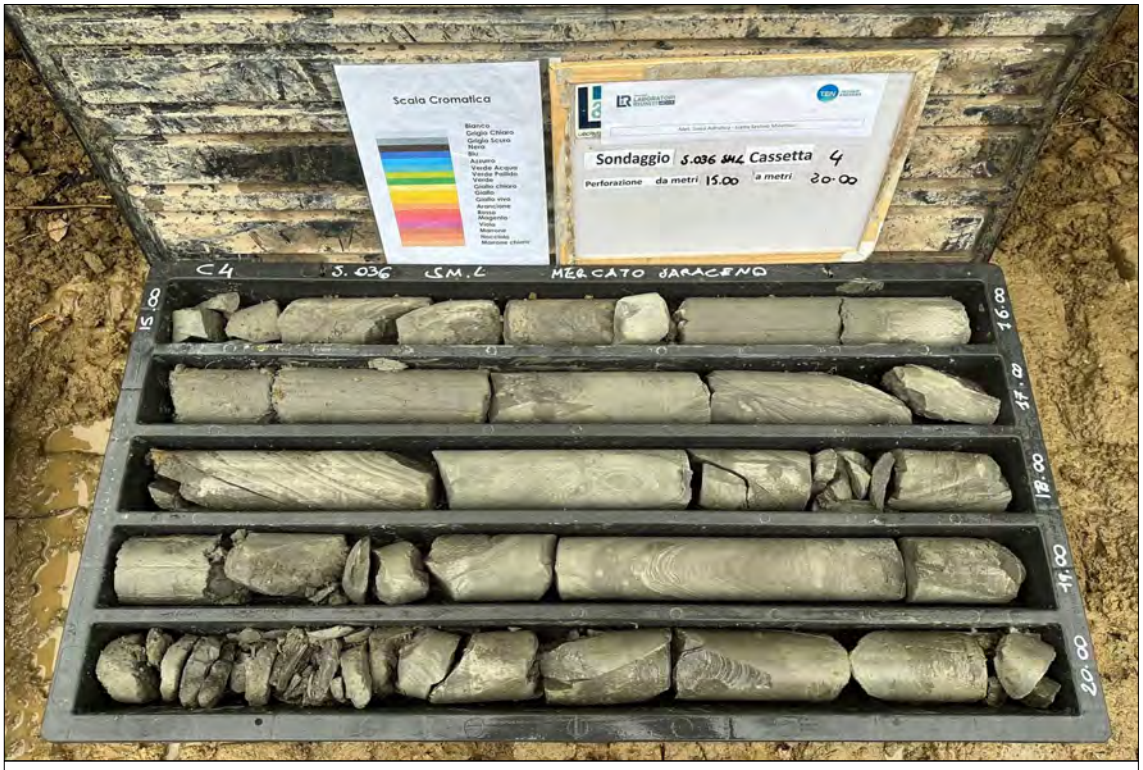
Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00

Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_36_SM_L |
|---|---|
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 24/04/2023 - 27/04/2023 |

Fotografie - Pagina 3/8

Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00




Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_36_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 24/04/2023 - 27/04/2023 |

Cassetta n° 5 - profondità da m 20,00 a m 25,00

Cassetta n° 6 - profondità da m 25,00 a m 30,00

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_36_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 24/04/2023 - 27/04/2023 |

Cassetta n° 7 - profondità da m 30,00 a m 35,00

Cassetta n° 8 - profondità da m 35,00 a m 40,00

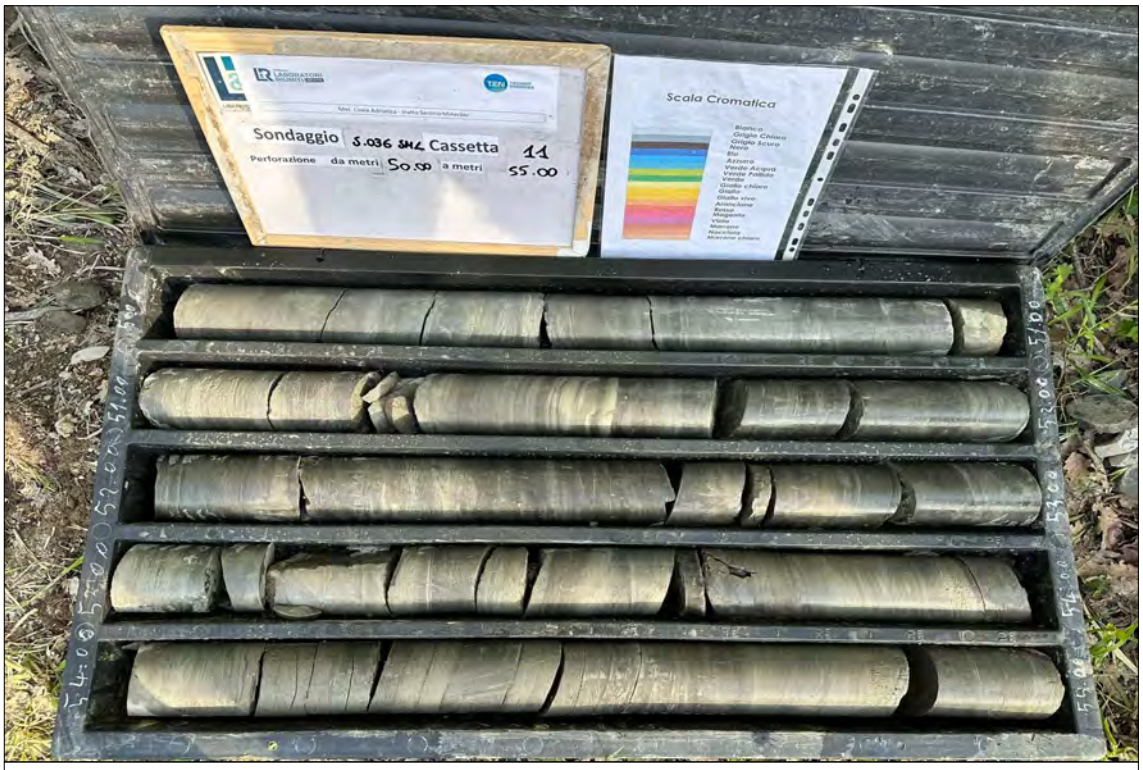
| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_36_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 24/04/2023 - 27/04/2023 |

Cassetta n° 9 - profondità da m 40,00 a m 45,00

Cassetta n° 10 - profondità da m 45,00 a m 50,00

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_36_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 24/04/2023 - 27/04/2023 |






Cassetta n° 11 - profondità da m 50,00 a m 55,00

Cassetta n° 12 - profondità da m 55,00 a m 60,00

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_36_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 24/04/2023 - 27/04/2023 |

Fotografie - Pagina 8/8

Cassetta n° 13 - profondità da m 60,00 a m 65,00

Cassetta n° 14 - profondità da m 65,00 a m 70,00

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_37_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 04/05/2023 - 11/05/2023 |
| Coordinate: Lat: 43°56'27.00"N - Long: 12°11'12.70"E | Quota: 210 metri s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo fino a 95,00 m dal p.c. | |

# PLANIMETRIA

Ubicazione sondaggio S_37_SM_L

CONSORZIO LABORATORI RIUNITI L&R M.T.R.

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_37_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 04/05/2023 - 11/05/2023 |
| Coordinate: Lat: 43°56'27.00"N - Long: 12°11'12.70"E | Quota: 210 metri s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo fino a 95,00 m dal p.c. | |

SCALA 1 :475

# STRATIGRAFIA - S_37_SM_L



| metri batt. | LITOLOGIA | prof. m | Spess. m | DESCRIZIONE |
|---|---|---|---|---|
| 1–5 | | | | Argilla limosa marnosa debolmente sabbiosa di colore marrone da consistente a molto consistente. Inclusi clasti eterometrici sub-angolari. |
| 5 | | 5,0 | 5,0 | |
| 6–14 | | | | Argilla sabbiosa di colore beige, molto consistente con inclusi clasti millimetrici e centimetrici da sub-angolari a sub-arrotondati. |
| 14 | | 14,0 | 9,0 | |
| 15–17 | | | | Argilla marnosa di colore grigio sovraconsolidata. Struttura scagliettata. |
| 17 | | 17,0 | 3,0 | |
| 18–95 | | | | Arenite di colore da grigio chiaro a grigio scuro, compatta, da poco fratturata a fratturata. Presenza di patine carbonatiche biancastre. Si intercalano livelli decimentrici pelitici, in particolare marna e marna calcarea. |
| 95 | | 95,0 | 78,0 | |

| R v | ø mm | Campioni | A | RQD % 0 --- 100 | Prel. % 0 --- 100 | S.P.T. m | S.P.T. | S.P.T. N | RP | VT | prove in foro | Cass. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 101 | | | | | | | | | | | 1–5 |
| | | CL1) Rim 80,00 80,50 | | | | | | | | | | 6–16 |
| | T2 | | | | | | | | | | | 17–19 |

Il Responsabile di commessa
Geol. Antonella Rando

Il Responsabile di sito
Geol. Lorenzo Pelligra

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_37_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 04/05/2023 - 11/05/2023 |
| Coordinate: Lat: 43°56'27.00"N - Long: 12°11'12.70"E | Quota: 210 metri s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo fino a 95,00 m dal p.c. | |

SCALA 1 :475

# STRATIGRAFIA - S_37_SM_L



SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO - S_37_SM_L

- Attrezzatura di perforazione utilizzata: CMV 600
- Perforazione a carotaggio continuo (D=101 mm) da 0,00 a 95,00 m;
- Uso carotiere doppio T2 da 25,00 a 95,00 m;
- Rivestimento (D=127 mm) da 0,00 a 95,00 m;
- Chiusura foro con cementazione.

Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 19 cassette catalogatrici.

LIVELLO DI FALDA A FINE PERFORAZIONE
Data: 11/05/2023; a 22,00 m da p.c.

Campione CL1 (Rimaneggiato) - da m 80,00 a m 80,50

Il Responsabile di commessa
Geol. Antonella Rando

Il Responsabile di sito
Geol. Lorenzo Pelligra

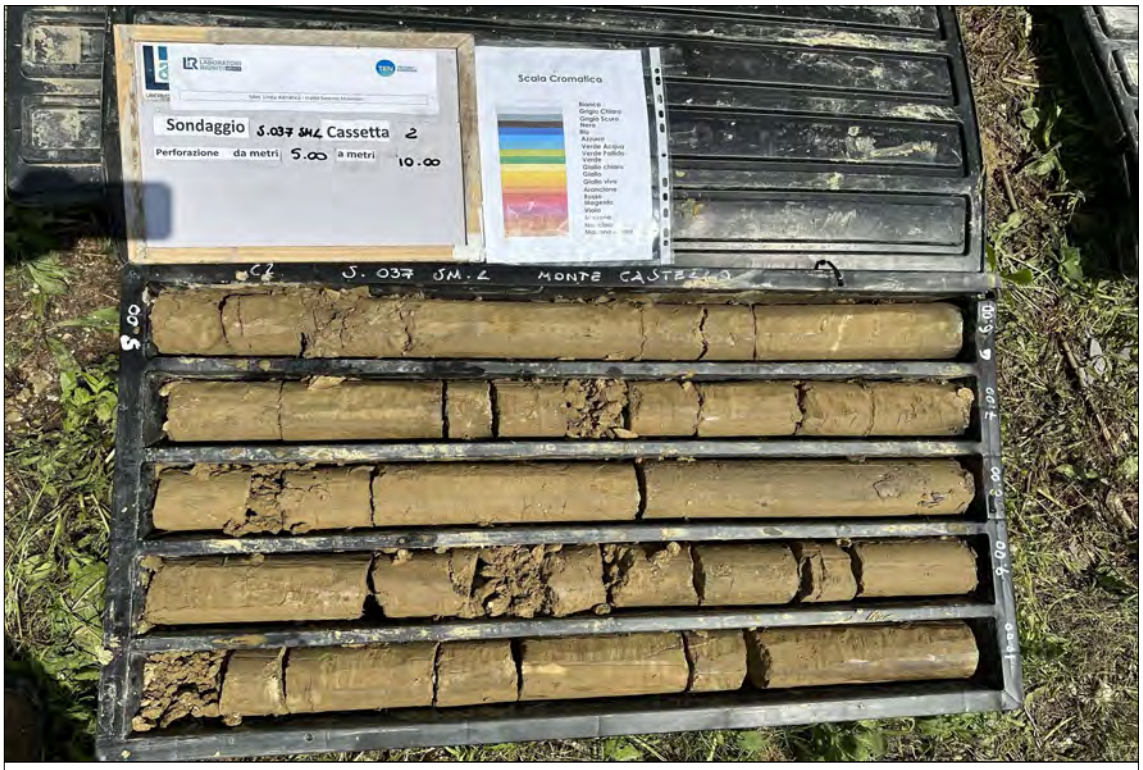
| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_37_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 04/05/2023 - 11/05/2023 |

Piazzamento

Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_37_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 04/05/2023 - 11/05/2023 |






Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_37_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 04/05/2023 - 11/05/2023 |

Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00

Cassetta n° 5 - profondità da m 20,00 a m 25,00

CONSORZIO LABORATORI RIUNITI L&R M.T.R.

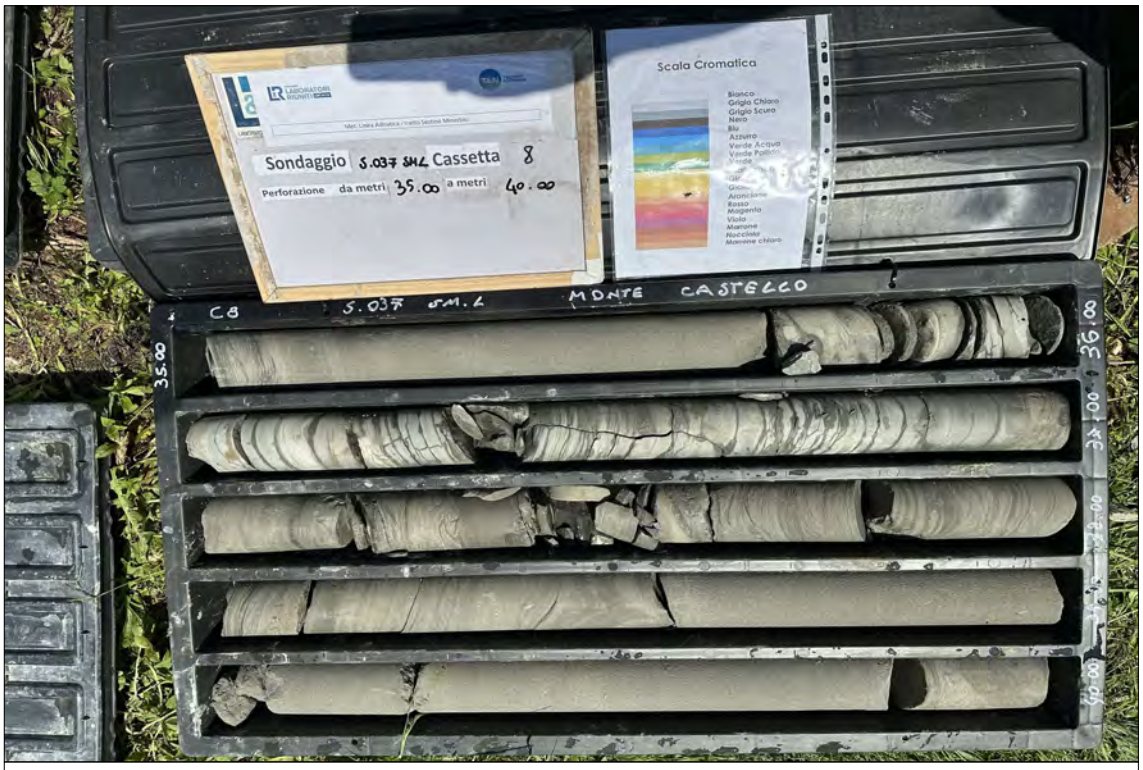
| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_37_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 04/05/2023 - 11/05/2023 |

Cassetta n° 6 - profondità da m 25,00 a m 30,00

Cassetta n° 7 - profondità da m 30,00 a m 35,00

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_37_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 04/05/2023 - 11/05/2023 |



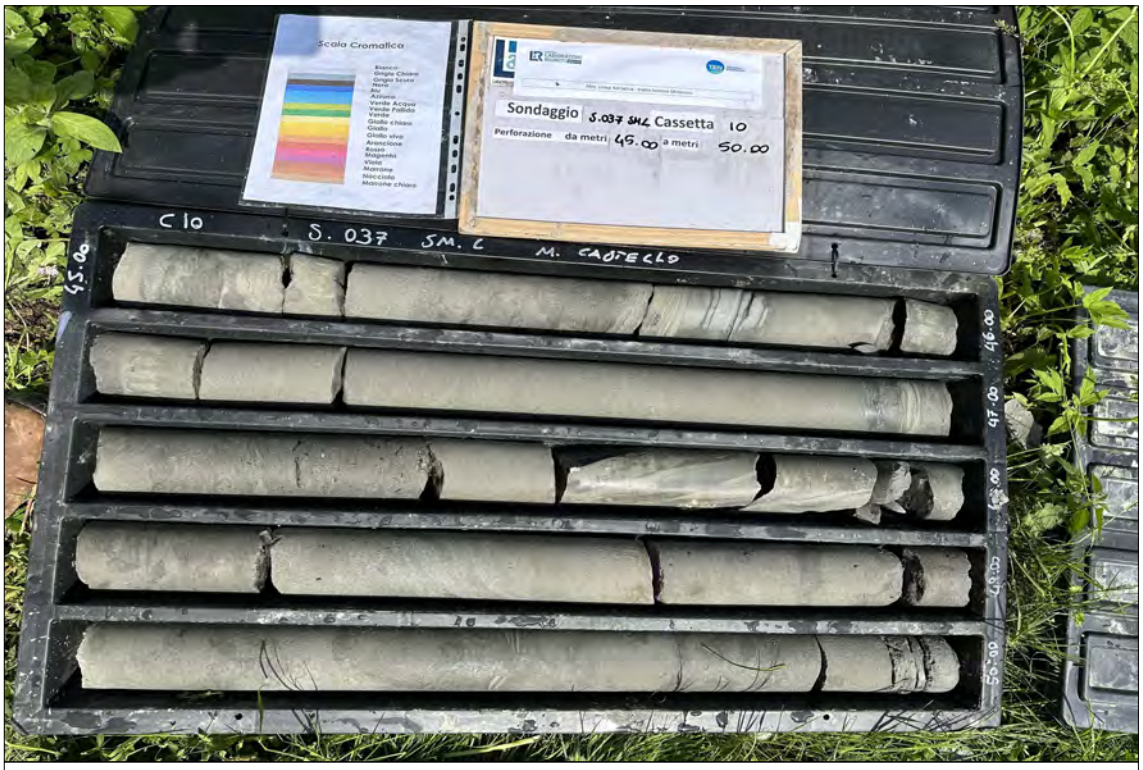



Cassetta n° 8 - profondità da m 35,00 a m 40,00

Cassetta n° 9 - profondità da m 40,00 a m 45,00

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_37_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 04/05/2023 - 11/05/2023 |

Fotografie - Pagina 6/10

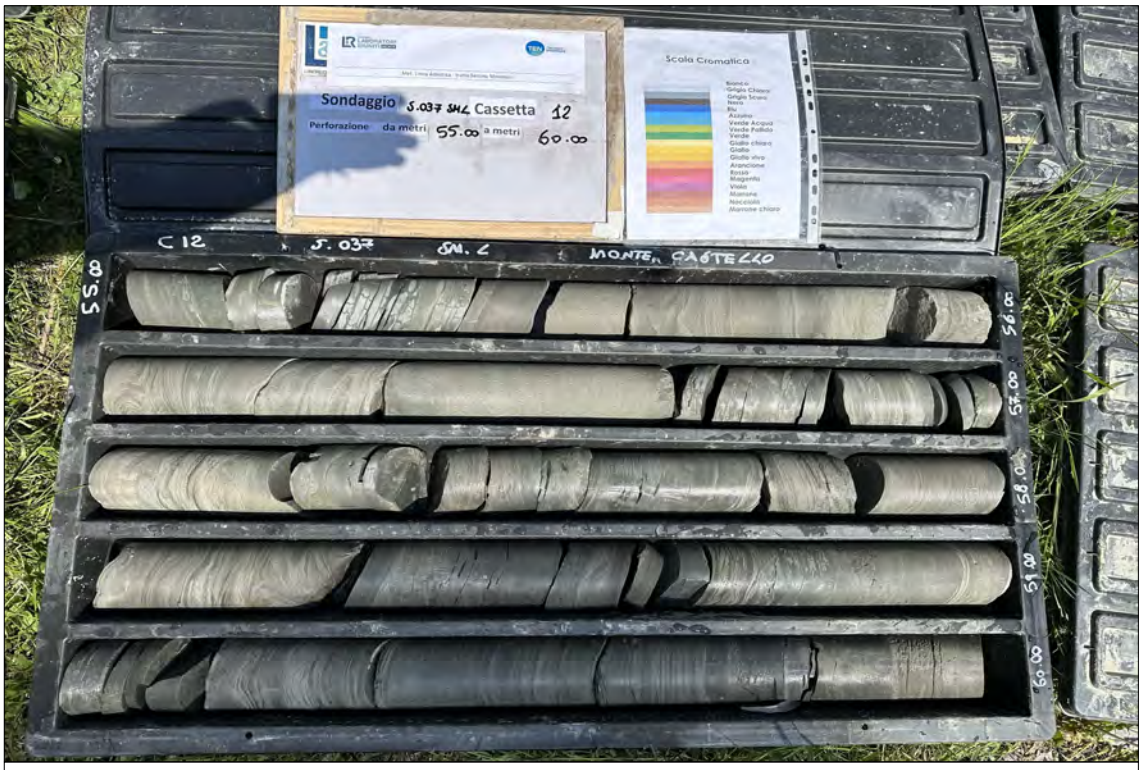



Cassetta n° 10 - profondità da m 45,00 a m 50,00

Cassetta n° 11 - profondità da m 50,00 a m 55,00

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_37_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 04/05/2023 - 11/05/2023 |






Cassetta n° 12 - profondità da m 55,00 a m 60,00

Cassetta n° 13 - profondità da m 60,00 a m 65,00

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_37_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 04/05/2023 - 11/05/2023 |

Cassetta n° 14 - profondità da m 65,00 a m 70,00

Cassetta n° 15 - profondità da m 70,00 a m 75,00

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_37_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 04/05/2023 - 11/05/2023 |

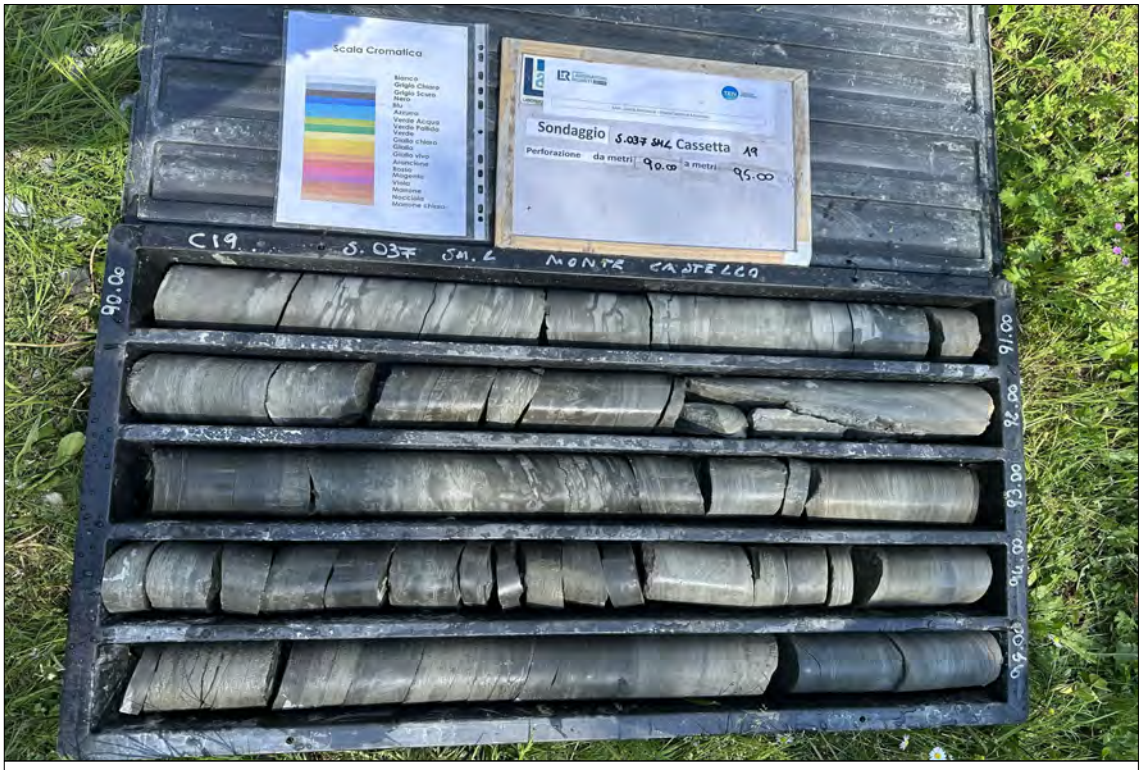
Cassetta n° 16 - profondità da m 75,00 a m 80,00

Cassetta n° 17 - profondità da m 80,00 a m 85,00

| | |
|---|---|
| Committente: Technip S.p.a. | Sondaggio: S_37_SM_L |
| Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio | Data: 04/05/2023 - 11/05/2023 |

Fotografie - Pagina 10/10

Cassetta n° 18 - profondità da m 85,00 a m 90,00




Cassetta n° 19 - profondità da m 90,00 a m 95,00

# Meccanica Terre e Rocce

Laboratorio analisi geotecniche – associato ALGI n° 109/97
del geologo Filippo Furia
Via C. Colombo n.69 – 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 fax + 39 0935 657433
**e-mail: info@mtralgi.com web: www.mtralgi.com**
Part. IVA 00602230864 C.C.I.A.A. Enna n.39329
*Organizzazione con sistema di gestione certificato*


TIPO DOCUMENTO - DOCUMENT TYPE

**ELABORATI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

COMMITTENTE – CUSTOMER

# T.EN Italy Solutions S.p.A.

LOCALITA' - LOCATION

# Tratta Sestino Minerbio

OGGETTO - SUBJECT

**Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino - Minerbio**

| DATA FINE REPORT - REPORT END DATE | DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY |
|---|---|
| **13/07/2023** | **13/07/2023** |

*Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*

☐ Autorizzazione "SETTORE TERRE" ai sensi della Circ. 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019

☑ Autorizzazione "SETTORE ROCCE" ai sensi della Circ. 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019

Member of CISQ Federation RINA IQNet
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001
AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S SCADENZA 12.12.2025

| VERBALE ACCETTAZIONE N° | | DATA ACCETTAZIONE | | N° REPERTORIO |
|---|---|---|---|---|
| **697** | | **20/05/2023** | | **632/23** |
| **Dott. Geol. FILIPPO FURIA** | **Dott. Geol. FILIPPO CARMENI** | **Geom. GIUSEPPE MISURACA** | **Geom. SILVESTRO LO PRESTI** | PAGINA – SHEET **48** |
| DIRETTORE DI LABORATORIO | RESPONSABILE QUALITA' | TECNICO DI LABORATORIO | TECNICO DI LABORATORIO | |

certyceq
ISO 14001:2015
CERT. N: IT1166/MTR/A34/191011

SNAS
Reg. No. 374/R-078

certyceq
ISO 45001:2018
CERT. N.: IT1166/MTR/H34/191011


IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' M.T.R. A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO
THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF MT.R. ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO LAW

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " **SETTORE ROCCE** "
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



| **Verbale accettazione N.** | 697 | **del** | 22/5/2023 | **Certificato N.** | 2350 | **del** | 13/7/2023 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.
**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. Iva:** 04874901004

**Progetto/Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione:** tratta Sestino Minerbio

**Sondaggio** S36 **Campione** CL1

**prelevato da: m.** 40,50 **a m.** 40,90

**Descrizione visiva:** Siltite massiva di colore grigio

## *RIEPILOGO PROVE*

**Prove effettuate sul campione**

| | |
|---|---|
| ✓ | *Foto* |
| | Descrizione Petografica |
| ✓ | Massa volumica apparente |
| | Massa volumica reale |
| | Tenore d'acqua |
| | Porosità |
| ✓ | Imbibizione |
| | Gelività |
| | Point Load |
| ✓ | Comp. Uniassiale |
| | Triassiale su roccia |
| | Flessione |
| | Taglio Diretto |
| | J.R.C. |
| | Trazione indiretta |
| | Velocità onde |
| | Permeabilità |
| | Skid Test |
| | Abrasione |
| | Sclerometro |
| | Durezza di Mohs |

**Forma del campione**

| | |
|---|---|
| ✓ | Cilindrico |
| | Irregolare |
| | Cubico |

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.I.G.I. N° 109

| **REP.** | 632 | **Data inizio prova:** | 26/06/2023 | **Data fine prova:** | 07/07/2023 |
|---|---|---|---|---|---|

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. [illegible]

**Firma Sperimentatori**

LO SPERIMENTATORE (Dott. Geol. FILIPPO CARMENI)

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CIBQ Federation
RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019


| **Verbale accettazione N.** 697 | **del** 22/5/2023 | **Certificato N.** 2351 | **del** 13/7/2023 |
|---|---|---|---|

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.
**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione :** tratta Sestino Minerbio
**Sondaggio** S36 **Campione** CL1
**prelevato da: m.** 40,50 **a m.** 40,90
**Descrizione visiva:** Siltite massiva di colore grigio

# MASSA VOLUMICA APPARENTE

ASTM C97-02 / ISRM

**Geometria provini:** *cilindrica*

| | |
|---|---|
| **peso (g)=** | 1125,30 |
| **altezza media (mm)=** | 89,00 |
| **diametro medio (mm)=** | 83,00 |
| **area ($mm^2$)=** | 5410,61 |
| **volume ($mm^3$) =** | 481544,11 |
| **massa volumica ($KN/m^3$) =** | **22,92** |

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.I.G.I. N° 109

| **REP.** 632 | **Data inizio prova:** 26/06/2023 | **Data fine prova:** 27/06/2023 |
|---|---|---|

**Nota:** prova eseguita su provini asciutti

**Firma Direttore Laboratorio**
M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation
RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

**Firma Sperimentatori**
LO SPERIMENTATORE (Dott. Geol. FILIPPO CARMENI)

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



**Verbale accettazione N.** 697 **del** 22/5/2023 **Certificato N.** 2352 **del** 13/7/2023

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione :** tratta Sestino Minerbio

**Sondaggio** S36 **Campione** CL1

**prelevato da: m.** 40,50 **a m.** 40,90

**Descrizione visiva:** Siltite massiva di colore grigio

## DETERMINAZIONE DELL'ASSORBIMENTO D'ACQUA A PRESSIONE ATMOSFERICA, $A_b$

(UNI EN 13755)

| *Legenda:* | |
|---|---|
| $m_d$ | massa provino asciutto dry (g) |
| $m_i$ | massa iesima provino umido (g) |
| $m_{sat}$ | massa provino saturo (g) |

**Geometria provini:** *cilindrica*

| *Provino* | *Diametro medio mm* | $m_d$ | $m_i$ *48h* | $m_i$ *72h* | $m_i$ *96h* | $\Delta m_i$ (%) | $m_i$ *120h* | $m_{sat}$ *144h* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *1* | 83 | 1518,4 | 1528,4 | 1528,8 | 1528,1 | 1528,40 | 1529,4 | 1529,4 |
| *2* | 83 | 1418,3 | 1425,6 | 1426,6 | 1427,8 | 0,02 | 1428,1 | 1428,2 |
| *3* | 83 | 1163,4 | 1169,6 | 1170,8 | 1171,3 | 0,06 | 1172,0 | 1172,1 |
| *4* | 83 | 853,8 | 859,1 | 860,0 | 860,1 | 0,01 | 860,2 | 860,2 |
| *5* | 83 | 782,6 | 785,9 | 786,3 | 787,0 | 0,10 | 787,8 | 788,4 |
| *6* | 83 | 1078,4 | 1083,6 | 1084,1 | 1085,1 | 0,03 | 1085,4 | 1085,6 |

***Assorbimento d'acqua***
***Ab (%) = 100*(ms-md)/md=***

| Provino n° *1* | Provino n° *2* | Provino n° *3* | Provino n° *4* | Provino n° *5* | Provino n° *6* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,72 | 0,70 | 0,75 | 0,75 | 0,74 | 0,67 |

**Coefficiente d'imbibizione $A_{b\ medio}$ = 0,72 %**

**deviazione standard = 0,03 %**

**REP.** 632 **Data inizio prova:** 26/06/2023 **Data fine prova:** 03/07/2023

**Nota:** prova eseguita su provini asciutti

**Firma Direttore Laboratorio**

M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. Filippo Furia

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S

Member of CIBQ Federation RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

**Firma Sperimentatori**

LO SPERIMENTATORE (Dott. Geol. FILIPPO CARMENI)

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



**Verbale accettazione N.** 697 **del** 22/5/2023 **Certificato N.** 2353 **del** 13/7/2023

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione :** tratta Sestino Minerbio

**Sondaggio** S36 **Campione** CL1

**prelevato da: m.** 40,50 **a m.** 40,90

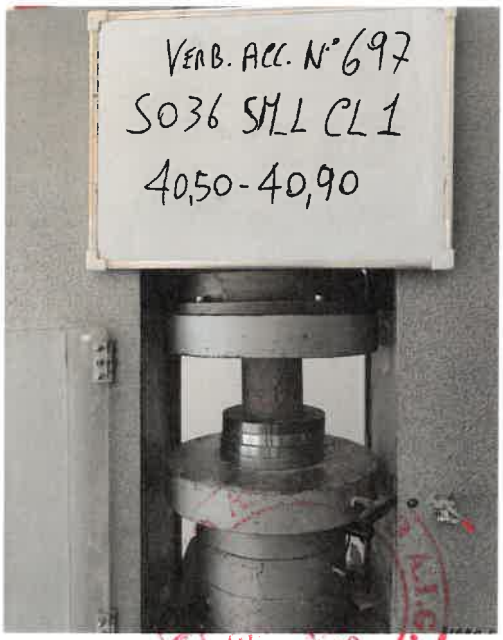
**Descrizione visiva:** Siltite massiva di colore grigio

## DETERMINAZIONE RESISTENZA A COMPRESSIONE UNIASSIALE

UNI EN 1926

Attrezzatura: pressa oleodinamica Tecnotest KE 200 cella di carico da **300** KN

| | |
|---|---|
| **geometria provini:** | *cilindrica* |
| **peso (g)=** | 1125,30 |
| **altezza media (mm)=** | 89,00 |
| **diametro medio (mm)=** | 83,00 |
| **area ($mm^2$)=** | 5410,61 |
| **volume ($mm^3$) =** | 481544,11 |
| **carico a rottura (kN) =** | 105,00 |
| **massa volumica ($KN/m^3$) =** | **22,92** |
| **Resistenza a compressione (MPa)** | **19,41** |




**REP.** 632

**Data inizio prova:** 27/06/2023 **Data fine prova:** 27/06/2023

**Nota:** prova eseguita su provini asciutti

**Firma Direttore Laboratorio**

M.F.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S

**Firma Sperimentatori**

LO SPERIMENTATORE
(Dott. Geol. FILIPPO CARMENI)

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " **SETTORE ROCCE** "
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



| **Verbale accettazione N.** | 697 | **del** | 22/5/2023 | **Certificato N.** | 2354 | **del** | 13/7/2023 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.
**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. Iva:** 04874901004

**Progetto/Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione:** tratta Sestino Minerbio

**Sondaggio** S36 **Campione** CL2

**prelevato da: m.** 47,00 **a m.** 47,30

**Descrizione visiva:** Arenaria siltitica quarzosa di colore grigio chiaro

## *RIEPILOGO PROVE*

**Prove effettuate sul campione**

| | |
|---|---|
| ✓ | *Foto* |
| | Descrizione Petografica |
| ✓ | Massa volumica apparente |
| | Massa volumica reale |
| | Tenore d'acqua |
| | Porosità |
| ✓ | Imbibizione |
| | Gelività |
| | Point Load |
| ✓ | Comp. Uniassiale |
| | Triassiale su roccia |
| | Flessione |
| | Taglio Diretto |
| | J.R.C. |
| | Trazione indiretta |
| | Velocità onde |
| | Permeabilità |
| | Skid Test |
| | Abrasione |
| | Sclerometro |
| | Durezza di Mohs |

**Forma del campione**

| | |
|---|---|
| ✓ | Cilindrico |
| | Irregolare |
| | Cubico |

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.T. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.I.G.T. N° 109

| **REP.** | 632 | **Data inizio prova:** | 26/06/2023 | **Data fine prova:** | 07/07/2023 |
|---|---|---|---|---|---|

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation
RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

**Firma Sperimentatori**

LO SPERIMENTATORE (Dott. Geol. FILIPPO CARMENI)

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



| **Verbale accettazione N.** | 697 | **del** | 22/5/2023 | **Certificato N.** | 2355 | **del** | 13/7/2023 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.
**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione :** tratta Sestino Minerbio
**Sondaggio** S36 **Campione** CL2
**prelevato da: m.** 47,00 **a m.** 47,30
**Descrizione visiva:** Arenaria siltitica quarzosa di colore grigio chiaro

# MASSA VOLUMICA APPARENTE

ASTM C97-02 / ISRM

**Geometria provini:** *cilindrica*

| | |
|---|---|
| **peso (g)=** | 1106,60 |
| **altezza media (mm)=** | 88,00 |
| **diametro medio (mm)=** | 83,00 |
| **area ($mm^2$)=** | 5410,61 |
| **volume ($mm^3$) =** | 476133,50 |
| **massa volumica ($KN/m^3$) =** | **22,79** |

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.I.G.I. N° 109

| **REP.** | 632 | **Data inizio prova:** | 26/06/2023 | **Data fine prova:** | 27/06/2023 |
|---|---|---|---|---|---|

**Nota:** prova eseguita su provini asciutti

**Firma Direttore Laboratorio**
M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation
RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

**Firma Sperimentatori**
LO SPERIMENTATORE (Dott. Geol. FILIPPO CARMENDI)

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



**Verbale accettazione N.** 697 **del** 22/5/2023 **Certificato N.** 2356 **del** 13/7/2023

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.
**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione :** tratta Sestino Minerbio

**Sondaggio** S36 **Campione** CL2

**prelevato da: m.** 47,00 **a m.** 47,30

**Descrizione visiva:** Arenaria siltitica quarzosa di colore grigio chiaro

## DETERMINAZIONE DELL'ASSORBIMENTO D'ACQUA A PRESSIONE ATMOSFERICA, $A_b$

(UNI EN 13755)

| *Legenda:* | |
|---|---|
| $m_d$ | massa provino asciutto dry (g) |
| $m_i$ | massa iesima provino umido (g) |
| $m_{sat}$ | massa provino saturo (g) |

**Geometria provini:** *cilindrica*

| *Provino* | *Diametro medio mm* | $m_d$ | $m_i$ *48h* | $m_i$ *72h* | $m_i$ *96h* | $\Delta m_i$ (%) | $m_i$ *120h* | $m_{sat}$ *144h* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *1* | 83 | 801,8 | 802,6 | 803,8 | 805,1 | 0,02 | 805,3 | 805,4 |
| *2* | 83 | 986,1 | 989,2 | 990,1 | 990,2 | 0,03 | 990,5 | 990,6 |
| *3* | 83 | 1053,4 | 1058,6 | 1059,3 | 1060,0 | 0,00 | 1060,0 | 1060,0 |
| *4* | 83 | 1216,7 | 1218,6 | 1219,2 | 1220,6 | 0,10 | 1221,8 | 1222,1 |
| *5* | 83 | 1406,5 | 1411,3 | 1412,2 | 1412,9 | 0,01 | 1413,0 | 1413,1 |
| *6* | 83 | 1288 | 1290,1 | 1291,4 | 1292,6 | 0,03 | 1293,0 | 1293,0 |

***Assorbimento d'acqua***
***Ab (%) = 100*(ms-md)/md=***

| Provino n° *1* | Provino n° *2* | Provino n° *3* | Provino n° *4* | Provino n° *5* | Provino n° *6* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,45 | 0,46 | 0,63 | 0,44 | 0,47 | 0,39 |

**Coefficiente d'imbibizione $A_{b\ medio}$ = 0,47 %**

**deviazione standard = 0,08 %**

**REP.** 632 **Data inizio prova:** 26/06/2023 **Data fine prova:** 03/07/2023

**Nota:** prova eseguita su provini asciutti

**Firma Direttore Laboratorio**
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation
RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

**Firma Sperimentatori**
LO SPERIMENTATORE
(Dott. Geol. FILIPPO CARMENI)

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



**Verbale accettazione N.** 697 **del** 22/5/2023 **Certificato N.** 2357 **del** 13/7/2023

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione :** tratta Sestino Minerbio

**Sondaggio** S36 **Campione** CL2

**prelevato da: m.** 47,00 **a m.** 47,30

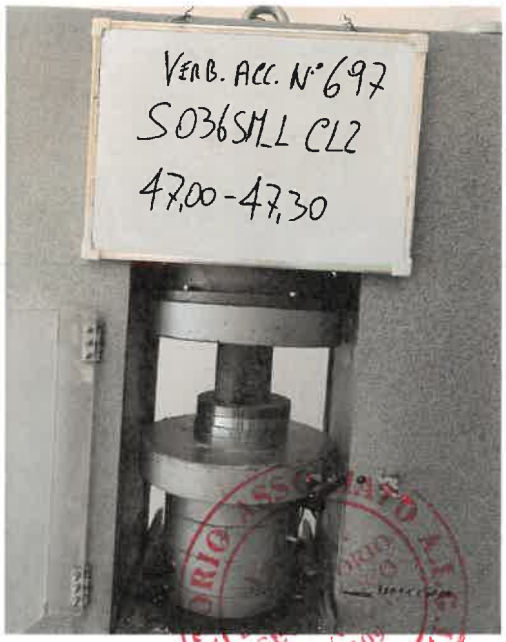
**Descrizione visiva:** Arenaria siltitica quarzosa di colore grigio chiaro

## DETERMINAZIONE RESISTENZA A COMPRESSIONE UNIASSIALE

UNI EN 1926

Attrezzatura: pressa oleodinamica Tecnotest KE 200 cella di carico da **300** KN

| | |
|---|---|
| **geometria provini:** | *cilindrica* |
| **peso (g)=** | 1106,60 |
| **altezza media (mm)=** | 88,00 |
| **diametro medio (mm)=** | 83,00 |
| **area ($mm^2$)=** | 5410,61 |
| **volume ($mm^3$) =** | 476133,50 |
| **carico a rottura (kN) =** | 143,97 |
| **massa volumica ($KN/m^3$) =** | **22,79** |
| **Resistenza a compressione (MPa)** | **26,61** |




**REP.** 632

**Data inizio prova:** 27/06/2023 **Data fine prova:** 27/06/2023

**Nota:** prova eseguita su provini asciutti

**Firma Direttore Laboratorio**

M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S

Member of CISQ Federation RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

**Firma Sperimentatori**

LO SPERIMENTATORE (Dott. Geol. FILIPPO CARMENI)

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " **SETTORE ROCCE** "
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



| **Verbale accettazione N.** | 697 | **del** | 22/5/2023 | **Certificato N.** | 2358 | **del** | 13/7/2023 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.
**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. Iva:** 04874901004

**Progetto/Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione:** tratta Sestino Minerbio

**Sondaggio** S36 **Campione** CL3

**prelevato da: m.** 53,00 **a m.** 53,40

**Descrizione visiva:** Argillite siltitica di colore grigio scuro

## *RIEPILOGO PROVE*

**Prove effettuate sul campione**

| | |
|---|---|
| ✓ | *Foto* |
| | Descrizione Petografica |
| ✓ | Massa volumica apparente |
| | Massa volumica reale |
| | Tenore d'acqua |
| | Porosità |
| ✓ | Imbibizione |
| | Gelività |
| | Point Load |
| ✓ | Comp. Uniassiale |
| | Triassiale su roccia |
| | Flessione |
| | Taglio Diretto |
| | J.R.C. |
| | Trazione indiretta |
| | Velocità onde |
| | Permeabilità |
| | Skid Test |
| | Abrasione |
| | Sclerometro |
| | Durezza di Mohs |

**Forma del campione**

| | |
|---|---|
| ✓ | Cilindrico |
| | Irregolare |
| | Cubico |

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.I.G.I. N° 109

| **REP.** | 632 | **Data inizio prova:** | 26/06/2023 | **Data fine prova:** | 07/07/2023 |
|---|---|---|---|---|---|

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation
RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

**Firma Sperimentatori**

LO SPERIMENTATORE (Dott. Geol. FILIPPO CARMENDI)

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



| **Verbale accettazione N.** | 697 | **del** | 22/5/2023 | **Certificato N.** | 2359 | **del** | 13/7/2023 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.
**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione :** tratta Sestino Minerbio
**Sondaggio** S36 **Campione** CL3
**prelevato da: m.** 53,00 **a m.** 53,40
**Descrizione visiva:** Argillite siltitica di colore grigio scuro

# MASSA VOLUMICA APPARENTE

ASTM C97-02 / ISRM

**Geometria provini:** *cilindrica*

| | |
|---|---|
| **peso (g)=** | 1137,10 |
| **altezza media (mm)=** | 89,00 |
| **diametro medio (mm)=** | 83,00 |
| **area ($mm^2$)=** | 5410,61 |
| **volume ($mm^3$) =** | 481544,11 |
| **massa volumica ($KN/m^3$) =** | **23,16** |

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.I.G.I. N° 109

| **REP.** | 632 | **Data inizio prova:** | 26/06/2023 | **Data fine prova:** | 27/06/2023 |
|---|---|---|---|---|---|

**Nota:** prova eseguita su provini asciutti

**Firma Direttore Laboratorio**
M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation
RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

**Firma Sperimentatori**
LO SPERIMENTATORE Dott. Geol. FILIPPO CARMENDI

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



**Verbale accettazione N.** 697 **del** 22/5/2023 **Certificato N.** 2360 **del** 13/7/2023

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.
**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione :** tratta Sestino Minerbio
**Sondaggio** S36 **Campione** CL3
**prelevato da: m.** 53,00 **a m.** 53,40
**Descrizione visiva:** Argillite siltitica di colore grigio scuro

## DETERMINAZIONE DELL'ASSORBIMENTO D'ACQUA A PRESSIONE ATMOSFERICA, $A_b$
(UNI EN 13755)

| *Legenda:* | |
|---|---|
| $m_d$ | massa provino asciutto dry (g) |
| $m_i$ | massa iesima provino umido (g) |
| $m_{sat}$ | massa provino saturo (g) |

**Geometria provini:** *cilindrica*

| *Provino* | *Diametro medio mm* | $m_d$ | $m_i$ *48h* | $m_i$ *72h* | $m_i$ *96h* | $\Delta m_i$ (%) | $m_i$ *120h* | $m_{sat}$ *144h* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *1* | 83 | 1493,3 | 1541,9 | 1543,0 | 1543,8 | 0,03 | 1544,2 | 1544,2 |
| *2* | 83 | 1221,6 | 1258,3 | 1260,1 | 1260,8 | 0,02 | 1261,0 | 1261,2 |
| *3* | 83 | 833,2 | 854,3 | 859,6 | 861,1 | 0,10 | 862,0 | 862,4 |
| *4* | 83 | 1084,2 | 1110 | 1118,6 | 1120,2 | 0,09 | 1121,2 | 1121,2 |
| *5* | 83 | 755,6 | 777,8 | 779,5 | 780,1 | 0,00 | 780,1 | 780,2 |
| *6* | 83 | 1111,3 | 1146,6 | 1149,7 | 1150,2 | 0,08 | 1151,1 | 1151,2 |

| ***Assorbimento d'acqua Ab (%) = 100*(ms-md)/md=*** | Provino n° *1* | Provino n° *2* | Provino n° *3* | Provino n° *4* | Provino n° *5* | Provino n° *6* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3,41 | 3,24 | 3,50 | 3,41 | 3,26 | 3,59 |

**Coefficiente d'imbibizione $A_{b\ medio}$ = 3,40 %**
**deviazione standard = 0,14 %**

**REP.** 632 **Data inizio prova:** 26/06/2023 **Data fine prova:** 03/07/2023

**Nota:** prova eseguita su provini asciutti

**Firma Direttore Laboratorio**
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 9001

**Firma Sperimentatori**
LO SPERIMENTATORE
(Dott. Geol. FILIPPO CARMENI)

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



**Verbale accettazione N.** 697 **del** 22/5/2023 **Certificato N.** 2361 **del** 13/7/2023

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione :** tratta Sestino Minerbio

**Sondaggio** S36 **Campione** CL3

**prelevato da: m.** 53,00 **a m.** 53,40

**Descrizione visiva:** Argillite siltitica di colore grigio scuro

## DETERMINAZIONE RESISTENZA A COMPRESSIONE UNIASSIALE

UNI EN 1926

Attrezzatura: pressa oleodinamica Tecnotest KE 200 cella di carico da **300** KN

| | |
|---|---|
| **geometria provini:** | *cilindrica* |
| **peso (g)=** | 1137,10 |
| **altezza media (mm)=** | 89,00 |
| **diametro medio (mm)=** | 83,00 |
| **area ($mm^2$)=** | 5410,61 |
| **volume ($mm^3$) =** | 481544,11 |
| **carico a rottura (kN) =** | 110,77 |
| **massa volumica ($KN/m^3$) =** | **23,16** |
| **Resistenza a compressione (MPa)** | **20,47** |

**REP.** 632

**Data inizio prova:** 27/06/2023 **Data fine prova:** 27/06/2023

**Nota:** prova eseguita su provini asciutti

**Firma Direttore Laboratorio**

M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 9001

**Firma Sperimentatori**

LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. FILIPPO CARMENI

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " **SETTORE ROCCE** "
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



**Verbale accettazione N.** 697 **del** 22/5/2023 **Certificato N.** 2362 **del** 13/7/2023

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.
**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. Iva:** 04874901004

**Progetto/Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione:** tratta Sestino Minerbio

**Sondaggio** S37 **Campione** CL5

**prelevato da: m.** 80,00 **a m.** 80,50

**Descrizione visiva:** Arenaria massiva di colore grigio

## *RIEPILOGO PROVE*

**Prove effettuate sul campione**

- ✓ *Foto*
- Descrizione Petografica
- ✓ Massa volumica apparente
- Massa volumica reale
- Tenore d'acqua
- Porosità
- ✓ Imbibizione
- Gelività
- Point Load
- ✓ Comp. Uniassiale
- Triassiale su roccia
- Flessione
- Taglio Diretto
- J.R.C.
- Trazione indiretta
- Velocità onde
- Permeabilità
- Skid Test
- Abrasione
- Sclerometro
- Durezza di Mohs

**Forma del campione**

- ✓ Cilindrico
- Irregolare
- Cubico

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.I.G.I. N° 109

**REP.** 632 **Data inizio prova:** 26/06/2023 **Data fine prova:** 07/07/2023

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

**Firma Sperimentatori**

LO SPERIMENTATORE
(Dott. Geol. FILIPPO CARMENI)

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 9001

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



| **Verbale accettazione N.** | 697 | **del** | 22/5/2023 | **Certificato N.** | 2363 | **del** | 13/7/2023 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.
**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione :** tratta Sestino Minerbio
**Sondaggio** S37 **Campione** CL5
**prelevato da: m.** 80,00 **a m.** 80,50
**Descrizione visiva:** Arenaria massiva di colore grigio

# MASSA VOLUMICA APPARENTE

ASTM C97-02 / ISRM

**Geometria provini:** *cilindrica*

| | |
|---|---|
| **peso (g)=** | 1074,00 |
| **altezza media (mm)=** | 89,00 |
| **diametro medio (mm)=** | 83,00 |
| **area ($mm^2$)=** | 5410,61 |
| **volume ($mm^3$) =** | 481544,11 |
| **massa volumica ($KN/m^3$) =** | **21,87** |

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.I.G.I. N° 109

| **REP.** | 632 | **Data inizio prova:** | 26/06/2023 | **Data fine prova:** | 27/06/2023 |
|---|---|---|---|---|---|

**Nota:** prova eseguita su provini asciutti

**Firma Direttore Laboratorio**
M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

**Firma Sperimentatori**
LO SPERIMENTATORE Dott. Geol. FILIPPO CARMENI

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



**Verbale accettazione N.** 697 **del** 22/5/2023 **Certificato N.** 2364 **del** 13/7/2023

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.
**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione :** tratta Sestino Minerbio
**Sondaggio** S37 **Campione** CL5
**prelevato da: m.** 80,00 **a m.** 80,50
**Descrizione visiva:** Arenaria massiva di colore grigio

## DETERMINAZIONE DELL'ASSORBIMENTO D'ACQUA A PRESSIONE ATMOSFERICA, $A_b$
(UNI EN 13755)

| *Legenda:* | |
|---|---|
| $m_d$ | massa provino asciutto dry (g) |
| $m_i$ | massa iesima provino umido (g) |
| $m_{sat}$ | massa provino saturo (g) |

**Geometria provini:** *cilindrica*

| *Provino* | *Diametro medio mm* | $m_d$ | $m_i$ *48h* | $m_i$ *72h* | $m_i$ *96h* | $\Delta m_i$ (%) | $m_i$ *120h* | $m_{sat}$ *144h* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *1* | 83 | 1609,7 | 1662,2 | 1663,0 | 1663,3 | 0,02 | 1663,6 | 1663,6 |
| *2* | 83 | 1021,3 | 1048,6 | 1053,7 | 1054,2 | 0,09 | 1055,1 | 1055,6 |
| *3* | 83 | 1033,2 | 1054,3 | 1059,9 | 1064,3 | 0,23 | 1066,8 | 1067,4 |
| *4* | 83 | 984,2 | 1010,5 | 1018,2 | 1020,4 | 0,07 | 1021,1 | 1021,2 |
| *5* | 83 | 1055,6 | 1077,8 | 1079,5 | 1084,1 | 0,09 | 1085,1 | 1086,2 |
| *6* | 83 | 918,2 | 939,6 | 945,1 | 948,9 | 0,01 | 949,0 | 949,4 |

| ***Assorbimento d'acqua Ab (%) = 100*(ms-md)/md=*** | Provino n° *1* | Provino n° *2* | Provino n° *3* | Provino n° *4* | Provino n° *5* | Provino n° *6* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3,35 | 3,36 | 3,31 | 3,76 | 2,90 | 3,40 |

**Coefficiente d'imbibizione $A_{b\ medio}$ = 3,35 %**
**deviazione standard = 0,27 %**

**REP.** 632 **Data inizio prova:** 26/06/2023 **Data fine prova:** 03/07/2023

**Nota:** prova eseguita su provini asciutti

**Firma Direttore Laboratorio**
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 9001

**Firma Sperimentatori**
LO SPERIMENTATORE
(Dott. Geol. FILIPPO CARMENI)

**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019



**Verbale accettazione N.** 697 **del** 22/5/2023 **Certificato N.** 2365 **del** 13/7/2023

**Committente:** T.EN Italy Solutions S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

**Località Prelievo Campione :** tratta Sestino Minerbio

**Sondaggio** S37 **Campione** CL5

**prelevato da: m.** 80,00 **a m.** 80,50

**Descrizione visiva:** Arenaria massiva di colore grigio

## DETERMINAZIONE RESISTENZA A COMPRESSIONE UNIASSIALE

UNI EN 1926

Attrezzatura: pressa oleodinamica Tecnotest KE 200 cella di carico da **300** KN

| | |
|---|---|
| **geometria provini:** | *cilindrica* |
| **peso (g)=** | 1074,00 |
| **altezza media (mm)=** | 89,00 |
| **diametro medio (mm)=** | 83,00 |
| **area ($mm^2$)=** | 5410,61 |
| **volume ($mm^3$) =** | 481544,11 |
| **carico a rottura (kN) =** | 184,93 |
| **massa volumica ($KN/m^3$) =** | **21,87** |
| **Resistenza a compressione (MPa)** | **34,18** |

**REP.** 632

**Data inizio prova:** 27/06/2023 **Data fine prova:** 27/06/2023

**Nota:** prova eseguita su provini asciutti

**Firma Direttore Laboratorio**

M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S

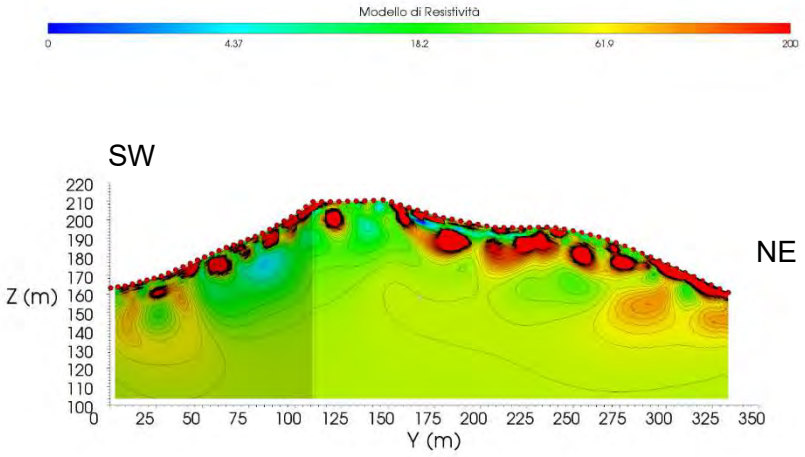
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 9001

**Firma Sperimentatori**

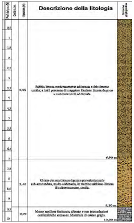
LO SPERIMENTATORE
(Dott. Geol. FILIPPO CARMENI)

**ERT_020_SM_L**

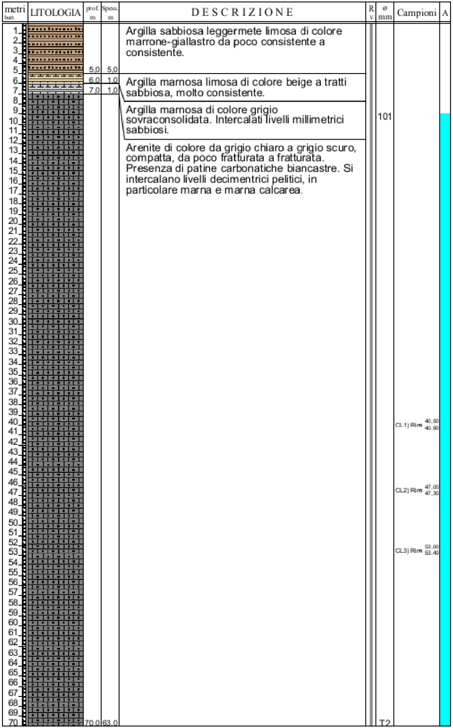
| Numero elettrodi utilizzati: 77 | | Spaziatura elettrodi: 5 metri |
|---|---|---|
| Lunghezza profilo: 380 metri | | Tipologia: Wenner |
| Metri lineari di stendimento | Overlap | Quantità + Overlap |
| 335 | 45 | 380 |



S28

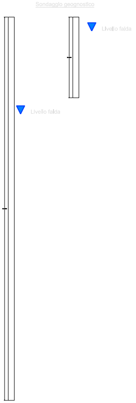

Prof. dal p.c. (m)
Quota s.l.m.
Spessore (m)
Descrizione della litologia
Colonna stratigrafica
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
4,5
5
5,5
6
6,5
7
7,5
8
8,5
9
9,5
10
6,90
Sabbia limosa moderatamente addensata e debolmente umida; a tratti presenza di maggiore frazione limosa da poco a moderatamente addensata.
6,90 m
2,40
Ghiaia eterometrica poligenica prevalentemente sub-arrotondata, molto addensata, in matrice sabbioso-limosa di colore marrone, umida.
9,30 m
0,70
Marne argillose fratturate, alterate e con intercalazioni centimetriche arenacee. Materiale di colore grigio.
10,00 m

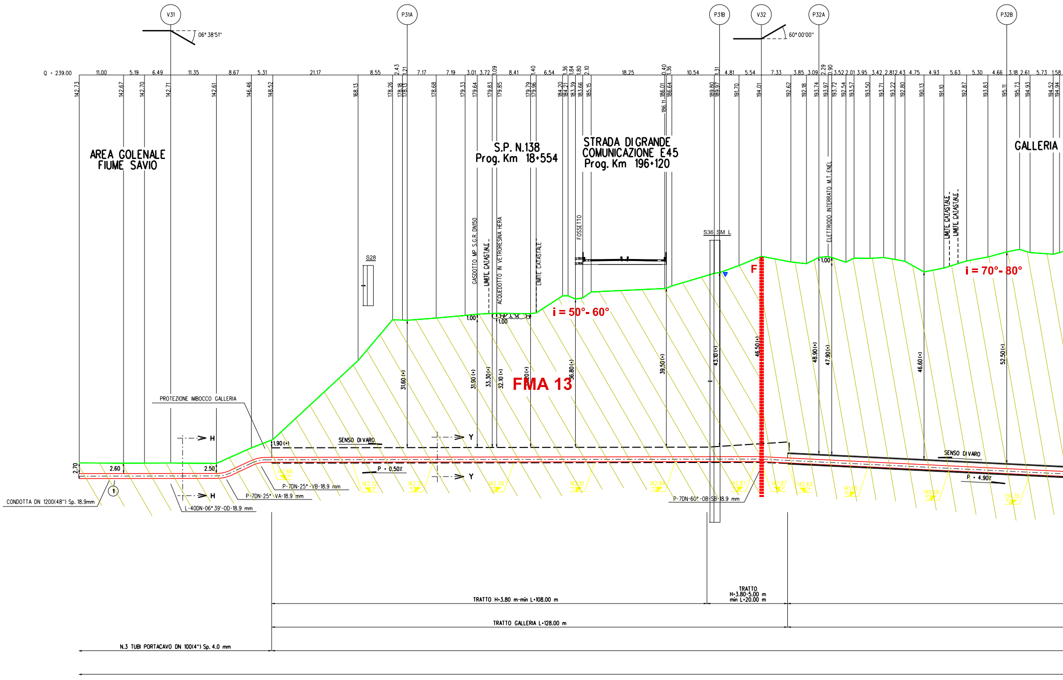
S36_SM_L

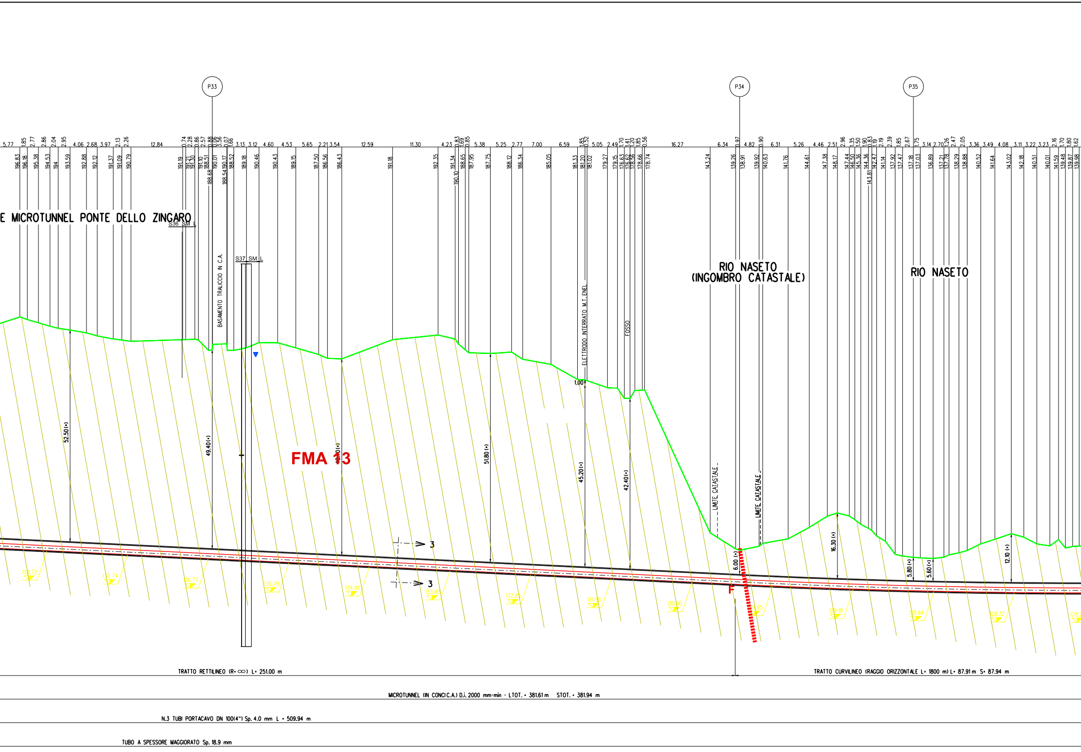

metri
LITOLOGIA
R v
ø mm
Campioni
A
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
101
T2
CL1) Rim 40,50 40,90
CL2) Rim 47,00 47,30
CL3) Rim 53,00 53,40

prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE
5,0	5,0	Argilla sabbiosa leggermete limosa di colore marrone-giallastro da poco consistente a consistente.
6,0	1,0	Argilla marnosa limosa di colore beige a tratti sabbiosa, molto consistente.
7,0	1,0	Argilla marnosa di colore grigio sovraconsolidata. Intercalati livelli millimetrici sabbiosi.
70,0	63,0	Arenite di colore da grigio chiaro a grigio scuro, compatta, da poco fratturata a fratturata. Presenza di patine carbonatiche biancastre. Si intercalano livelli decimentrici pelitici, in particolare marna e marna calcarea.

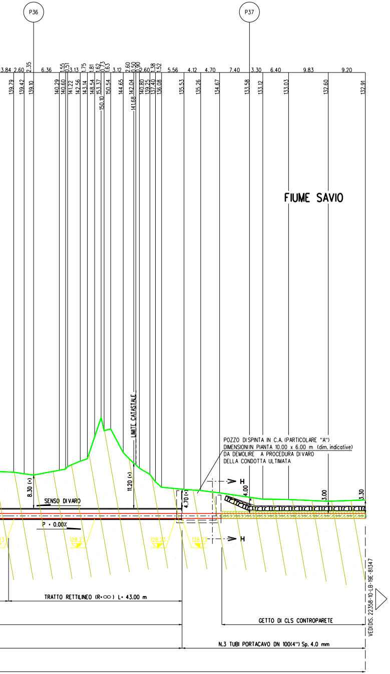
─	Limite formazione
F	Faglia presunta
i = ..°	Presunta inclinazione apparente della stratificazione rispetto traccia della sezione
FMA13	Membro di Fontanelice - FMA13 Arenarie torbiditiche e subordinate peliti con granulometria variabile da grossolane a fini


Sondaggio geognostico
Livello falda
Livello falda


V31
P31A
P31B
V32
P32A
P32B
06° 38'51"
60° 00'00"
Q = 239.00
11.00
5.19
6.49
11.35
8.67
5.31
21.17
8.55
2.43
1.21
7.17
7.19
3.01
3.72
1.09
8.41
1.40
6.54
1.36
1.84
1.80
2.10
18.25
0.40
1.36
10.54
1.31
4.81
5.54
7.33
3.85
3.09
2.29
0.90
3.52
2.01
3.95
3.42
2.81
2.43
4.75
4.93
5.63
5.30
4.66
3.18
2.61
5.73
1.58
142.73
142.67
142.70
142.71
142.61
146.46
148.52
168.13
178.26
178.18
178.13
178.68
179.33
179.64
179.83
179.85
179.79
179.96
184.20
184.21
183.39
183.66
185.15
186.11
186.01
186.64
189.80
189.97
191.70
194.01
192.62
192.18
193.74
193.97
193.72
192.54
193.57
193.50
193.71
193.22
192.80
190.13
191.10
192.87
193.83
195.11
195.73
194.93
194.52
194.94
AREA GOLENALE
FIUME SAVIO
S.P. N.138
Prog. Km 18+554
STRADA DI GRANDE
COMUNICAZIONE E45
Prog. Km 196+120
GALLERIA
GASDOTTO MP S.G.R. DN150
LIMITE CATASTALE
ACQUEDOTTO IN VETRORESINA HERA
LIMITE CATASTALE
FOSSETTO
ELETTRODO INTERRATO M.T. ENEL
LIMITE CATASTALE
LIMITE CATASTALE
S28
S36 SM L
1.00
1.00
1.00
i = 50°- 60°
i = 70°- 80°
F
FMA 13
31.60 (+)
31.90 (+)
33.30 (+)
32.10 (+)
20 (+)
36.80 (+)
39.50 (+)
43.10 (+)
46.50 (+)
48.90 (+)
47.90 (+)
46.60 (+)
52.50 (+)
1.90 (+)
PROTEZIONE IMBOCCO GALLERIA
SENSO DI VARO
SENSO DI VARO
H
H
Y
Y
2.70
2.60
2.50
P = 0.50%
P = 4.90%
①
CONDOTTA DN 1200(48") Sp. 18.9mm
L-40DN-06° 39'-OD-18.9 mm
P-7DN-25° VA-18.9 mm
P-7DN-25° -VB-18.9 mm
P-7DN-60° -OB-SB-18.9 mm
142.69
142.72
142.75
142.78
142.81
142.84
142.87
142.83
142.63
141.65
140.66
139.70
TRATTO H=3.80 m-min L=108.00 m
TRATTO
H=3.80-5.00 m
min L=20.00 m
TRATTO GALLERIA L=128.00 m
N.3 TUBI PORTACAVO DN 100(4") Sp. 4.0 mm


P33
P34
P35
E MICROTUNNEL PONTE DELLO ZINGARO
S36 SM L
S37 SM L
BASAMENTO TRALICCIO IN C.A.
ELETTRODO INTERRATO M.T. ENEL
FOSSO
RIO NASETO
(INGOMBRO CATASTALE)
RIO NASETO
LIMITE CATASTALE
LIMITE CATASTALE
FMA 13
52.50 (•)
49.40 (•)
18.00 (•)
51.80 (•)
45.20 (•)
42.40 (•)
1.00
6.00 (•)
16.30 (•)
5.80 (•)
5.60 (•)
12.10 (•)
3
3
F
5.77
12.84
12.59
11.30
16.27
196.83
196.18
195.38
194.53
194
193.59
192.88
192.12
191.37
191.09
190.79
191.19
189.18
190.46
190.43
189.15
187.50
186.56
186.43
191.18
192.35
191.34
187.75
188.12
186.34
185.05
181.33
179.27
143.24
139.26
138.91
139.92
140.63
141.76
144.61
147.38
148.17
141.14
137.92
137.18
136.89
138.29
140.52
141.64
143.02
142.18
TRATTO RETTILINEO (R= ∞) L= 251.00 m
TRATTO CURVILINEO (RAGGIO ORIZZONTALE L= 1800 m) L= 87.91 m S= 87.94 m
MICROTUNNEL (IN CONCI C.A.) D.i. 2000 mm-min - LTOT. = 381.61 m STOT. = 381.94 m
N.3 TUBI PORTACAVO DN 100(4") Sp. 4.0 mm L = 509.94 m
TUBO A SPESSORE MAGGIORATO Sp. 18.9 mm

SEZIONE A - B scala 1:500


P36
P37
3.84
2.60
2.35
6.36
1.55
0.51
3.13
1.75
1.81
1.62
0.73
1.63
3.12
2.60
0.50
0.90
2.60
1.38
1.52
5.56
4.12
4.70
7.40
3.30
6.40
9.83
9.20
139.79
139.42
139.10
140.29
140.60
141.22
142.56
143.14
148.54
153.37
150.10
150.54
144.65
142.04
141.68
140.80
139.25
137.40
136.08
135.53
135.26
134.67
133.58
133.12
133.03
132.60
132.91
FIUME SAVIO
LIMITE CATASTALE
POZZO DISPINTA IN C.A. (PARTICOLARE "A")
DIMENSIONIIN PIANTA 10.00 x 6.00 m (dim. indicative)
DA DEMOLIRE A PROCEDURA DIVARO
DELLA CONDOTTA ULTIMATA
8.30 (*)
11.20 (*)
4.70 (*)
4.00
3.00
3.30
H
H
SENSO DIVARO
P • 0.00%
128.23
128.23
128.23
128.23
TRATTO RETTILINEO (R•∞) L• 43.00 m
GETTO DI CLS CONTROPARETE
N.3 TUBI PORTACAVO DN 100(4") Sp. 4.0 mm
VEDIDIS. 22358-10-LB-19E-81347

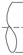
DATI CARATTERISTICI E SEZIONI TIPO

MICROTUNNEL DATI CARATTERISTICI	
DISTANZA ORIZZONTALE	381.61
DISTANZA INCLINATA	381.94
QUOTA IMBOCCO NORD-EST	128.23
QUOTA IMBOCCO SUD-OVEST	142.63
Δ q	14.40
PENDENZA	4.90 %

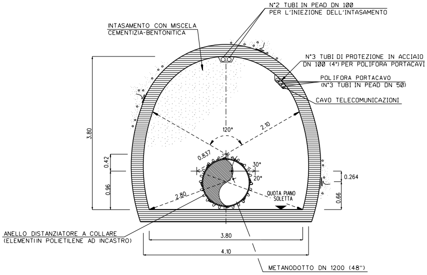
LE QUOTE SONO RIFERITE ALLA GENERATRICE INFERIORE INTERNA DEL TUNNEL

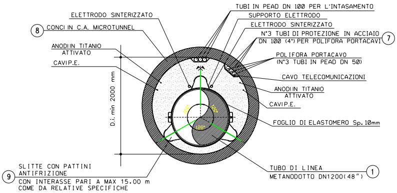
GALLERIA DATI CARATTERISTICI	
DISTANZA ORIZZONTALE	128.00
DISTANZA INCLINATA	127.93
QUOTA IMBOCCO NORD-EST	142.63
QUOTA IMBOCCO SUD-OVEST	142.69
Δ q	0.06
PENDENZA	0.50 %

LE QUOTE SONO RIFERITE AL PIANO SOLETTA DELLA GALLERIA



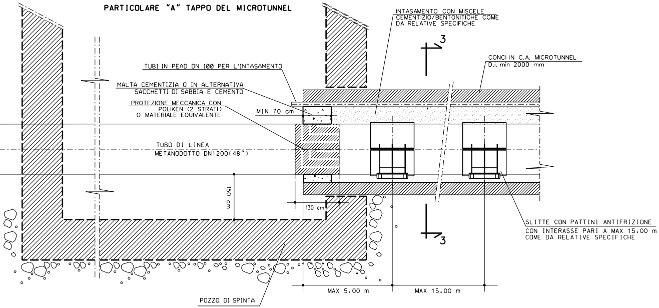
SEZIONE Y-Y
GALLERIA H=3.80 m

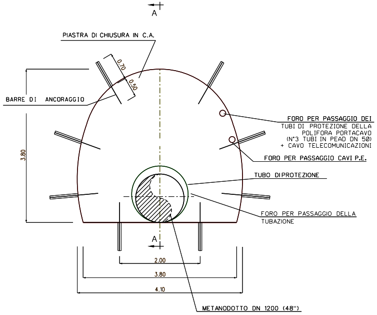

N°2 TUBI IN PEAD DN 100
PER L'INIEZIONE DELL'INTASAMENTO
INTASAMENTO CON MISCELA
CEMENTIZIA-BENTONITICA
N°3 TUBI DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
DN 100 (4") PER POLIFORA PORTACAVI
POLIFORA PORTACAVO
(N°3 TUBI IN PEAD DN 50)
CAVO TELECOMUNICAZIONI
3.80
120°
2.10
0.837
30°
20°
0.42
0.96
0.264
0.66
2.80
QUOTA PIANO
SOLETTA
ANELLO DISTANZIATORE A COLLARE
(ELEMENTI IN POLIETILENE AD INCASTRO)
3.80
4.10
METANODOTTO DN 1200 (48")


ELETTRODO SINTERIZZATO
8
CONCI IN C.A. MICROTUNNEL
ANODI IN TITANIO
ATTIVATO
CAVI P.E.
D.i. min 2000 mm
TUBI IN PEAD DN 100 PER L'INTASAMENTO
SUPPORTO ELETTRODO
ELETTRODO SINTERIZZATO
N°3 TUBI DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
DN 100 (4") PER POLIFORA PORTACAVI
7
POLIFORA PORTACAVO
(N°3 TUBI IN PEAD DN 50)
CAVO TELECOMUNICAZIONI
ANODI IN TITANIO
ATTIVATO
CAVI P.E.
120°
120°
120°
FOGLIO DI ELASTOMERO Sp. 10mm
9
SLITTE CON PATTINI
ANTIFRIZIONE
CON INTERASSE PARI A MAX 15.00 m
COME DA RELATIVE SPECIFICHE
TUBO DI LINEA
METANODOTTO DN1200(48")
1

SEZIONE 3-3

PARTICOLARE "A" TAPPO DEL MICROTUNNEL


INTASAMENTO CON MISCELE CEMENTIZIO/BENTONITICHE COME DA RELATIVE SPECIFICHE
TUBI IN PEAD DN 100 PER L'INTASAMENTO
CONCI IN C.A. MICROTUNNEL D.i. min 2000 mm
MALTA CEMENTIZIA O IN ALTERNATIVA SACCHETTI DI SABBIA E CEMENTO
PROTEZIONE MECCANICA CON POLIKEN (2 STRATI) O MATERIALE EQUIVALENTE
MIN 70 cm
3
TUBO DI LINEA METANODOTTO DN1200(48")
150 cm
130 cm
3
SLITTE CON PATTINI ANTIFRIZIONE CON INTERASSE PARI A MAX 15.00 m COME DA RELATIVE SPECIFICHE
MAX 5.00 m
MAX 15.00 m
POZZO DI SPINTA


A
PIASTRA DI CHIUSURA IN C.A.
0.70
0.50
BARRE DI ANCORAGGIO
3.80
FORO PER PASSAGGIO DEI TUBI DI PROTEZIONE DELLA POLIFORA PORTACAVO (N°3 TUBI IN PEAD DN 50) + CAVO TELECOMUNICAZIONI
FORO PER PASSAGGIO CAVI P.E.
TUBO DI PROTEZIONE
FORO PER PASSAGGIO DELLA TUBAZIONE
A
2.00
3.80
4.10
METANODOTTO DN 1200 (48")

GALLERIA - TUNNEL

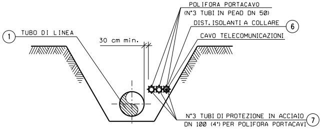
I COLLARI DISTANZIATORI DOVRANNO ESSERE APPLICATI SULLA CONDOTTA SECONDO IL SEGUENTE SCHEMA:

APPLICAZIONE DI N°2 CORONE AFFIANCATE CON INTERASSE DI DI 2.00 m

N.B. 1 Gli elementi dimensionali dei pozzi di spinta e di arrivo e le eventuali opere di sostegno necessarie alla realizzazione dovranno essere definite dall'appaltatore con apposito progetto di dettaglio approvato dalla committente

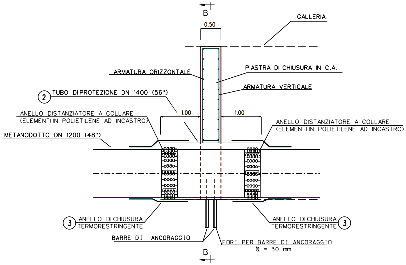
2 Le coperture indicate con l'asterisco (*) sono riferite alla generatrice superiore interna del microtunnel in c.a. avente D.i.min 2000 mm

3 Il numero e la lunghezza dei tubi di intasamento del microtunnel dovranno essere definiti dall'appaltatore e sottoposti all'approvazione della committente

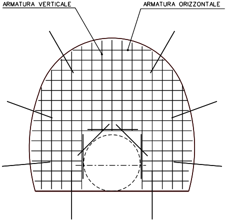

① TUBO DI LINEA
30 cm min.
POLIFORA PORTACAVO (N°3 TUBI IN PEAD DN 50)
DIST. ISOLANTI A COLLARE ⑥
CAVO TELECOMUNICAZIONI
N°3 TUBI DI PROTEZIONE IN ACCIAIO DN 100 (4") PER POLIFORA PORTACAVI ⑦

SEZIONE H-H (SCAVO A CIELO APERTO)

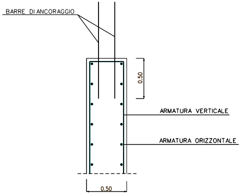
SEZIONE A-A


B
0.50
GALLERIA
ARMATURA ORIZZONTALE
PIASTRA DI CHIUSURA IN C.A.
ARMATURA VERTICALE
② TUBO DI PROTEZIONE DN 1400 (56")
1.00
1.00
ANELLO DISTANZIATORE A COLLARE
(ELEMENTI IN POLIETILENE AD INCASTRO)
ANELLO DISTANZIATORE A COLLARE
(ELEMENTI IN POLIETILENE AD INCASTRO)
METANODOTTO DN 1200 (48")
③ ANELLO DI CHIUSURA
TERMORESTRINGENTE
ANELLO DI CHIUSURA ③
TERMORESTRINGENTE
BARRE DI ANCORAGGIO
FORI PER BARRE DI ANCORAGGIO
Ø = 30 mm
B

SEZIONE B-B

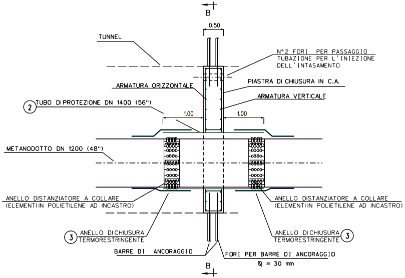

ARMATURA VERTICALE
ARMATURA ORIZZONTALE

PARTICOLARE DISPOSIZIONE
BARRE DI ANCORAGGIO PIASTRA GALLERIA E TUNNEL


BARRE DI ANCORAGGIO
0.50
ARMATURA VERTICALE
ARMATURA ORIZZONTALE
0.50

"OPERE COMPLEMENTARI"
SISTEMI DI CHIUSURA TUNNEL
PARTICOLARE "D"

SEZIONE A-A


B
0.50
TUNNEL
N°2 FORI PER PASSAGGIO
TUBAZIONE PER L'INIEZIONE
DELL'INTASAMENTO
ARMATURA ORIZZONTALE
PIASTRA DI CHIUSURA IN C.A.
ARMATURA VERTICALE
② TUBO DI PROTEZIONE DN 1400 (56")
1.00
1.00
METANODOTTO DN 1200 (48")
ANELLO DISTANZIATORE A COLLARE
(ELEMENTI IN POLIETILENE AD INCASTRO)
ANELLO DISTANZIATORE A COLLARE
(ELEMENTI IN POLIETILENE AD INCASTRO)
③ ANELLO DI CHIUSURA
TERMORESTRINGENTE
ANELLO DI CHIUSURA ③
TERMORESTRINGENTE
BARRE DI ANCORAGGIO
FORI PER BARRE DI ANCORAGGIO
Ø = 30 mm
B

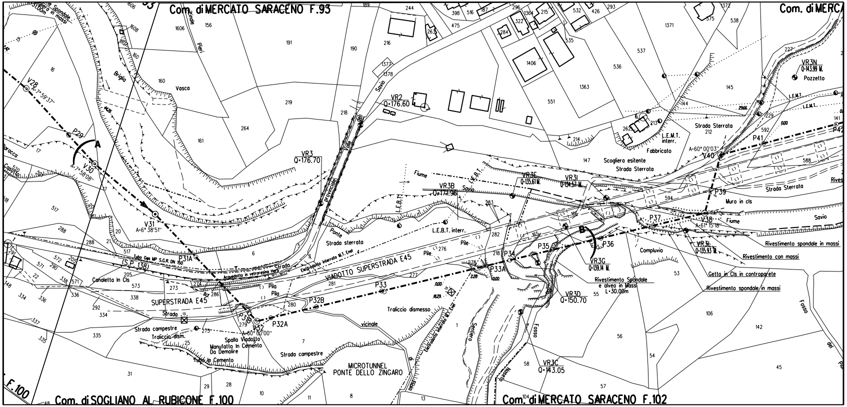
CRITERI DI ESECUZIONE:

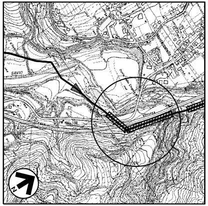
LE CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DIMENSIONALI DEL SISTEMA DI CHIUSURA SONO DA CONSIDERARSI ORIENTATIVE; ESSE VERRANNO DEFINITE IN DETTAGLIO, UNITAMENTE AL DIMENSIONAMENTO DELLE ARMATURE, IN APPOSITI ELABORATI DI PROGETTO IN DIPENDENZA DELLA CONFIGURAZIONE PLANO-ALTIMETRICA DEL TUNNEL, DELLA TIPOLOGIA D'INTASAMENTO, DELLA NATURA DELLE PARETI, ETC.).

- IL SISTEMA DI CHIUSURA (PIASTRA) VIENE REALIZZATO CON LO SCOPO DI PERMETTERE L'INTASAMENTO DELL'INTERCAPEDINE TRA IL TUNNEL E LA CONDOTTA;
- I CRITERI ESECUTIVI SARANNO STABILITI IN PROGETTO E/O SPECIFICHE TECNICHE; IN GENERALE SI PROCEDERA' SECONDO LE FASI OPERATIVE DI SEGUITO RIPORTATE:

a) POSA DELLA CONDOTTA
b) REALIZZAZIONE DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO, POSIZIONAMENTO DELL'ARMATURA E DEI CASSERI
c) GETTO DEL CALCESTRUZZO E MATURAZIONE PER ALMENO 28 gg.
d) INTASAMENTO DELL'INTERCAPEDINE TUBO-TUNNEL

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	N.
3° TRONCO-PLANIMETRIA CATASTALE	10-LB-47E-81300


Com. di MERCATO SARACENO F.93
Com. di MERC
Com. di SOGLIANO AL RUBICONE F.100
Com. di MERCATO SARACENO F.102
F.100
V28
P29
A
V30
V31
A=6° 38'51"
P31A
P31B
V32
A=60° 00'00"
P32A
P32B
P33
P33A
P34
P35
P36
B
P37
V38
A=61° 15'18"
P39
V40
A=60° 00'03"
P41
P42
VR2
Q=176.60
VR3
Q=176.70
VR3B
Q=174.96
VR3E
Q=135.61 M.
VR31
Q=134.57 M.
VR3G
Q=139.14 M.
VR3D
Q=150.70
VR3C
Q=143.05
VR3L
Q=135.93 M.
VR3N
Q=143.99 M.
Pozzetto
Vasca
Briglia
Fiume
Savio
Strada sterrata
Strada Sterrata
Strada campestre
Strada
Scogliera esitente
Fabbricato
L.E.M.T. interr.
L.E.B.T. interr.
L.E.B.T.
L.E.M.T.
Muro in cls
Compluvio
Rivestimento spondale in massi
Rivestimento con massi
Getto in Cls in controparete
Rivestimento Spondale e alveo in Massi L=30.00m
VIADOTTO SUPERSTRADA E45
SUPERSTRADA E45
(S.P. 138)
Tubo Gas MP S.G.R. DN 150
Acquedotto in vetroresina Hera
Elettrodotto interrato M.T. Enel
Canaletta in Cls
Pila
Pile
Tracciato dismesso
Tracciato dism.
vicinale
Spalla Viadotto
Manufatto In Cemento Da Demolire
Tubo in Cemento
Provinciale
Viale
Sentiero
Fosso
Naseto
Fosso del Pio
MICROTUNNEL PONTE DELLO ZINGARO



COROGRAFIA 1:10000
Foglio CTR 266074

TABELLA DELLE ANNOTAZIONI

① Tubo di acciaio grado L450 MB DN 1200 (48") Di 1184.3 mm
Sp. MAGGIORATO Sp. 18.9 mm costruito secondo tab. GASD A.01.01.31 u.e.
rivestimento in Polietilene Sp. 3.3 mm

⑦ Tubo di protezione in acciaio DN 100 (4") Sp. 4.0 mm per polifora portacavi

⑧ Microtunnel in conci in c.a. Di=2000 mm

⑨ Slitte con pattini antifrizione con interasse pari a max 15.00 m

1529.82 m

381.94 m

n. 26

N.B.:
PRIMA DI PROCEDERE CON L'ESECUZIONE DEGLI SCAVI DEL METANODOTTO E' NECESSARIO ACCERTARE L'ESATTA UBICAZIONE PLANO-ALTIMETRICA DI TUTTI I SERVIZI INTERRATI INTERFERENTI

L'INDAGINE ANDRA' SVOLTA MEDIANTE L'ESECUZIONE DI SAGGI A MANO ED ALLA PRESENZA DI RAPPRESENTANTI DELL'ENTE PROPRIETARIO

Rev.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO AUTORIZZATO
4	01/06/23	EMISSIONE PER APPALTO	L.RICCI	M.AGOSTINI F.MARCHETTI	A.BRUNI G.BRIA
3	29/11/13	EMISSIONE PER COMMENTI P.E.	G.GREGORINI	F.FERRINI	V.FORLIVESI M.MATTEUCCI
2	15/11/12	VARIATO PER AGGIORNAMENTO TRACCIATO - EMISSIONE PER PERMESSI	F. CERRUTO	F. FERRINI	V.FORLIVESI M.MATTEUCCI
1	15/09/08	EMISSIONE PER "PARERE DI CONFORMITA' SUL PROGETTO" D.M. 04/05/98	V. FORLIVESI	F. FERRINI	P. IORIO L. ROSSINI
0	20/06/08	EMISSIONE PER PERMESSI	G. VARANI	F. FERRINI	P. IORIO L.ROSSINI

PROGETTISTA
Rif.TEN: 2295-303-DW-3545-ANNESSO 4

COMMESSA	CODICE TECNICO
NQ/R22358	13247

METANODOTTO: SESTINO - MINERBIO
3° TRONCO: SARSINA - MERCATO SARACENO
DN 1200 mm (48"), DP75 bar

ATTRAVERSAMENTO: GALLERIA E
MICROTUNNEL PONTE DELLO ZINGARO, S.P. N°138 Prog. Km 18+554,
S.G.C. E45 Prog. Km 196+120 E RIO NASETO

DIS. N. ANNESSO 4
REVISIONE 4
FG. 1 DI 1
SCALA 1:500 - 1:200

DOCUMENTO DI PROPRIETA' SNAM. LA SOCIETA' TUTELERA' I PROPRI DIRITTI IN SEDE CIVILE E PENALE A TERMINI DI LEGGE.